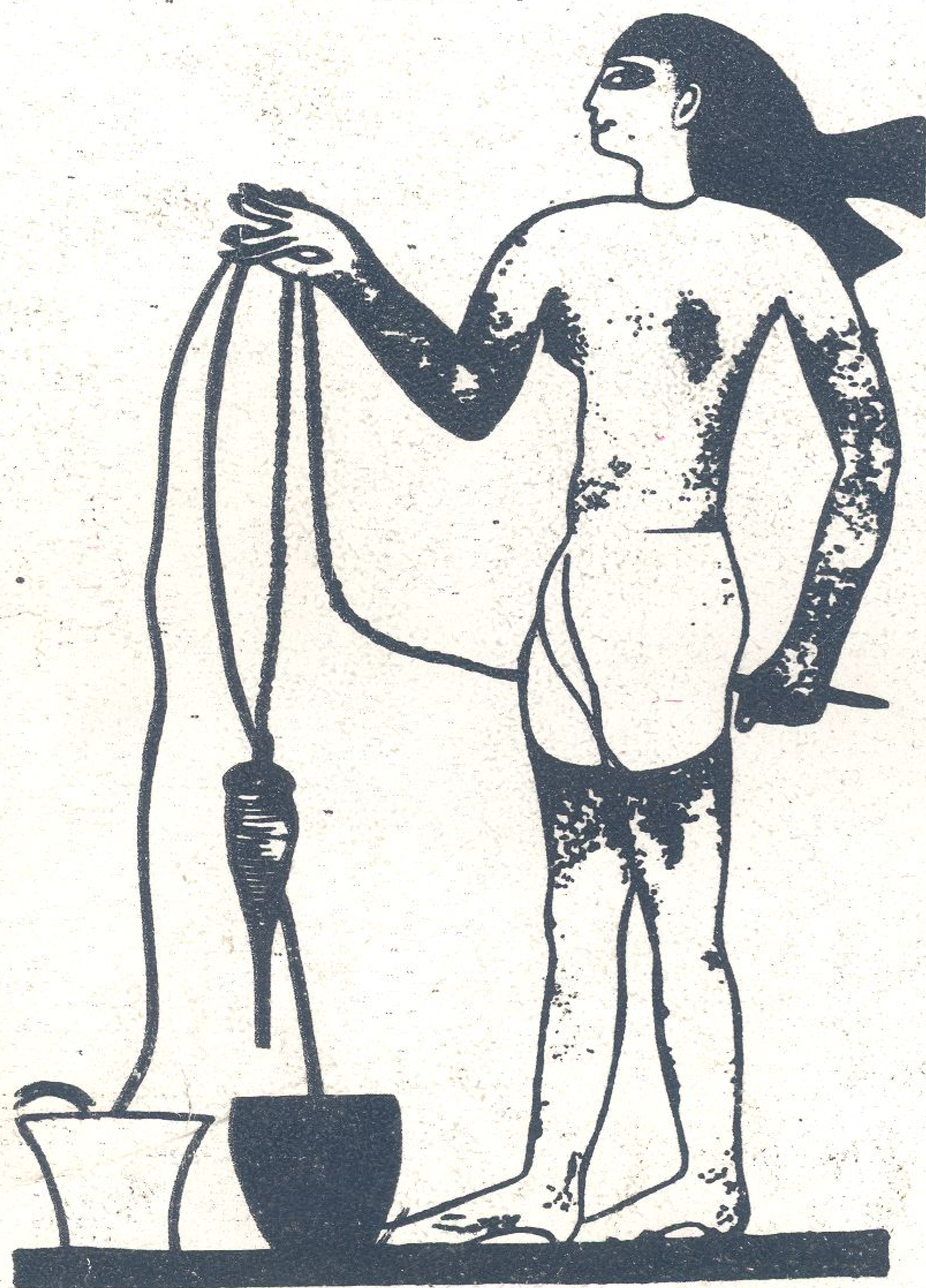
تكنولوجيا
تجهيز الأقمشة القطنية

تحضير . صباغة . تجهيز



دكتور
أحمد فؤاد النجعاوى

الناشر منشأة المعارف بالإسكندرية
جلال حزى وشركاه

تكنولوجيا تجهيز الأقمشة القطنية

تحضير - صباغة - تجهيز

دكتور
أحمد فؤاد النجعاوى
شركة مصر صباغى البيضا

الناشر منشأة المعارف بالإسكندرية
جلال حزى وشركاه

بســم اللـه الرحمــن الرحيــم

تقديــم الكتــاب

للسيد الدكتور مهندس عبد المنعم على البرعى

رئيس مجلس ادارة شركة مصر صباغى البيضا

تعتبر صناعة الصباغة والتجهيز من الصناعات الهامة فى قطـاع الصناعات النسجية لمـا لها من دور أساسى فى اعداد الاقمشة وتجهيزها للاستعمال اليومى فى مختلف المجالات سواء من حيث استخدامها فى الكساء أو المفروشات أو أقمشة ذات تجهيزات خاصة ٠

ولعل من أهم عناصر التطور التكنولوجى لهذه الصناعة هو تطويع هذه الاقمشة لاستخدامها فى كافة الميادين فى حياتنا العملية وذلك عن طريق اضافة تجهيزات منها ما هو ميكانيكى أو كيميائى للاقمشة بحيث يمكن أن يقال أن صناعة الصباغة والتجهيز قد احتلت الاهتمام الاول للمشتغلين بهذه الصناعة مما دفعهم الى محاولة تطويرها وادخـال تعديلات على الاقمشة سواء من حيث كيفية غزلها ونسجها وخلطها مع نوعيـات أخرى من الالياف الصناعية مثل : أليـاف البـولى اكريليك والنايلون والبولى أستر بنسب متفاوتة لاعطاء صفات جديدة من حيث الملمس أو التحمل أو ملاءمة هذه المنسوجات للظروف الجوية ٠

ومسايرة لتطور هذه الصناعة فقد نشط ما يخص الانتاج من المواد الكيميائية المختلفة المستخدمة فيها واستنباط وتحضير فصائل لا حصر لها من الصبغات التى يمكن استخدامها للالياف المختلفة لتعطى درجات كثيرة من الالوان ، وثبات عال ضد جميع المؤثرات المختلفة كذلك أبتكار طرق مختلفة لعمليات الصباغة والطباعة والتجهيز ٠

ولقد احتلت مصر مكانة مرموقة فى مسايرة الركب العالمى فى هذه الصناعة اذ تحركت فى هذا المضمار بخطى واسعة أوصلتها الى مصاف الدول المصدرة لهذه المنتجات وبرزت فيها مجموعة من الخبرات احتلت

مكانة لها أهميتها فى العالم كخبراء بل ومجددون فى هذه الصناعة ٠ وكانت شركة مصر صباغي البيضا احدى قلاع هذه الصناعة فى مصر حيث قفزت منتجاتها الى كثير من دول العالم ولم يكن ذلك فقط بل خرجت شركة مصر صباغى البيضا مجموعة من أكفأ الرجال الذين عملوا فى هذا المجال على مستوى عال ٠

ولقد قام السيد / الدكتور أحمد فؤاد النجعاوى بما تميز به من عمق فى البحث وأصالة فى الاداء باعداد هذا الكتاب عن « تجهيز الاقمشة القطنية : تحضير وصباغة وتجهيز » ليضيف جديدا الى نشاطه فى أبحاث الصوف ، وما قدم من مقالات عن الصوف ، والالياف الصناعية ، وطرق صباغتها مما أفاد الدارسين والعاملين فى هذا المجال ٠

ولقد تضمن الكتاب مجموعة من الموضوعات ذات القيمة العالية من الناحية العلمية سواء من ناحية تركيب القطن من الناحية الكيميائية ، وتأثير العمليات الكيميائية على روابط السليلوز ، كذلك نظريات المواد ذات النشاط السطحى وتكوين الضوء ، وكيفية ظهور الالوان ، ونظريات التلوين والتجهيز ٠

هذا بالاضافة الى النواحى العملية والفنية سواء من ناحية التحضيرات الاولية وعمليات الصباغة بفصائل الصبغات المختلفة ، وعمليات التجهيز النهائى ٠ وكذلك التجهيزات الخاصة ، بالاضافة الى الاختبارات العملية للاقمشة التى يمكن اجراؤها للتحكم والتأكد من كفاءة التشغيل والوصول بالمنتج الى أعلى درجات الجودة ومراقبتها ٠ كما يشير الكتاب الى جزء من أهم الموضوعات التى يجب أن يلم بها كل فنى متخصص فى الصناعات التى تتعامل مع المواد الكيميائية وهو : تآكل المعادن والارضيات والخرسانات العادية والمسلحة ، وطرق حمايتها ٠ وهو أمر هام وحيوى فى عملية ترشيد الاستهلاكات والوصول الى أحدث وأنسب وأعلى كفاءة للآلات والمعدات ٠

فالى رجال الصباغة والتجهيز وكل من يهمه أن يلم بهذه الصناعة سواء من الناحية العلمية البحتة كدراسات لاسس هذه الصناعة أو من

الناحية العملية للعاملين فى هذا المجال بما يفتح آفاقا جديدة لهذه الصناعة نقدم هذا الكتاب ٠

والله ولى التوفيق ٠

الاسكندرية يونيو ١٩٨١ ٠

دكتور مهندس / عبد المنعم على البرعى

اهــداء

الى الرواد الأوائـل الذين خطـوا بخطـوات واسـعة
عـلى أول طريـق لصنـاعة الصبــاغة والتجهيــز ...
أهـدى كتـابى هـذا لمسـة وفـاء وعرفـان بفضلهـم .

شكر وتقدير

استطاعت شركة مصر صباغي البيضا على مدى أربعين عاما أن تتربع على عرش صباغة وتجهيز الاقمشة القطنية وأن تحافظ على سمعتها العالمية في هذا المجال وكان ذلك بفضل الجهود الضخمة التى تبذلها فى سبيل مسايرة التطور العلمى والتكنولوجي ٠

ولقد عمل بالشركة جيل من الرواد الذين كان لهم الفضل فى تطور هذه الصناعة واستطاعوا بكل فخر أن يتركوا بصماتهم واضحة جلية تعبر عما بذلوه كما تخرج على أيديهم جيل من العلماء والفنيين استطاعوا أن يغزوا أماكن عديدة بعلمهم وخبراتهم والذين ما زالوا يسخون بالعطاء فى كل مكان :

ولقد راودتنى فكرة تاليف كتاب عن تجهيز الاقمشة القطنية يجمع بين طياته قرائح الرواد وخبراتهم مع ما أضافه أسلافهم من تجديد وتطوير وكان يدفعنى الى ذلك ما تزخر به المكتبة العربية من مطبوعات قيمة هى خلاصة أفكار وخبرات هؤلاء جميعا والتى تولدت نتيجة للندوات والمؤتمرات العالمية التى تعقد تباعا فى بلادنا ٠

الا أن الفكرة كانت تبدو صعبة وعسيرة ، ولكن ما لبثت أن أصبحت حقيقة واقعة وكان ذلك بفضل التشجيع الابوى للسادة الرؤساء والتعاون الاخوى للسادة الزملاء ٠

ولقد كان لتشجيع السيد الدكتور عبد المنعم على البرعى رئيس مجلس الادارة أكبر الاثر فى انجاز هذا الجهد واننى أدين لسيادته بهذه الثقة الكبيرة التى أولانى اياها كما أشكر سيادته على تفضله بكتابة مقدمة الكتاب ٠

كما يسعدنى فى هذا المجال أن أذكر بكل فخر واعزاز الدور الكبير الذى قام به أستاذنا الكبير الدكتور السيد عبد الرحيم حجازى ــ المدير العام لمصانع التجهيز سابقا ــ وهو الغنى عن التعريف ٠ فقد أبى الا أن

يقوم بنفسه بمراجعة المـادة العلمية للكتاب وأن يضيف الى هذا الجهد لمحات من علمه وفنه كما وافق على أن يتضمن الكتاب محاضرته القيمة عن «التجهيز المقاوم للتجعد للاقمشة القطنية باستعمال الراتنجات الصناعية» وهو بذلك يضرب لنا مثلا آخر لعطاء العلماء غير المحدود · كمـا عودنا دائما جوادا لا ينقطع عطاؤه ·

كما أتقدم بالشكر والامتنان للسيد الكيميائى عمر اسماعيل رئيس القطاعات الفنية لتوجيهاته القيمة ودعمه لهذا الكتاب ·

وأخيرا وليس آخرا فانني أتقدم بالشكر الى الاخوة الزملاء بالشركة والشركات الشقيقة الذين ساهموا بتقديم البيانات والمعلومات اللازمة

وأنني أرجو من الله أن أكون قد وفقت في هذه الرسالة ، كما أرجو من الله أن يؤدى هذا الكتاب الغرض المنشود ·

والله ولى التوفيق

المؤلف
دكتور مهندس أحمد فؤاد النجعاوى .
شركة مصر صباغى البيضا ·

الباب الأول

القطن

القطــــن

مقدمـــــــة

يعتبر القطن من أكثر الخامات النسجية استخداما فهو يستخدم فى جميع اغراض الغزل والنسيج من الخيــوط الرفيعة الى أنواع الملابس المتعــددة والمتنوعة كذلك يستخدم فى انتاج أقمشة المفروشات والتنجيد وخيوط الحياكة والدوبارة بجانب استخدامه فى الاغــراض التى تتطلب متانة ومرونة ومقاومة للاستهلاك والتمزق مثل صناعة اطارات الســيارات ويساعد فى ذلك رخص ثمنه النسبى بجانب خواصه الطبيعية المستحبة فى انتــاج الملابس الداخلية كذلك قابليته الســريعة لعمليات التبيض والصباغة والتجهيز التى تساعد فى انتاج الاقمشة المتنوعة والمتطورة .

ويعتبر القطن من أقدم الالياف النسجية استخداما فى الصناعات النسجية اذ تدل قطع الاقمشة القطنية التى اكتشفت اثناء التنقيب عن الاثار الهندية على أنه من المؤكد أن القطــن كان معروفا ومســتعملا فى الهند لأغراض الغــزل والنسيج منذ حوالى ٢٧٠٠ سنة قبل الميــلاد ، كذلك يقول بعض المؤرخين : ان القطن كان معروفا فى ذلك الوقت فى بيرو أما فى مصر فان هنك بعض الاثار التى تثبت ان القطن كان معروفا لقدماء المصريين فى سنة ١٢٠٠٠ قبل الميلاد أى قبل ان يعرف الكتان وكان القطن يعتبر حتى بداية العصر الصناعى فى أوروبا خامة جديدة نسبيا حيث كان الصــوف والكتان هما المستعملان من قبــل فى اغراض الغزل والنسيج وبالنسبة لانجــلترا فان القطن اصبح خامة هــامة تستورده لصناعة الملابس فى أواخر القرن السابع عشر ، وكان تصنيع القطن فى انجلترا سببا فى اختراع معظم الالات التى استخدمت حينذاك والتى تطورت فيما بعد لتشمل العديد من الالياف النسجية الاخرى .

وبالرغم من التقدم الكبير فى انتــاج الالياف الصناعية المختلفة فلم يفقــد القطن مكان الصدارة بالنسبة لهذه الالياف،فقد أوضحت احصائيات عام ١٩٧٩ أن الاستهلاك العالمى من الالياف المختلفة قد بلغ ٢٨ مليون طن وأن استهلاك

القطن وحـــده حوالى ١٤ مليون طن اى حـــوالى ٥٠٪ من مجموع الاستهلاك العالمى اما بقية الاليـــاف فكان نصيبها كالاتى :

بولى اســــــــتر	١٥٪
بولى امــــــــيد	١٠٪
بولى اكريـــــــل	٧٪
الياف سـليلوزية محـولة	١١٪
صــــــــوف	٦٪
اليـــاف اخـــــرى	١٪

ويتوقع الخبراء أن الاستهلاك العالمى من الالياف النسجية المختلفة سوف يصل الى حوالى ٣١ مليون طن خلال عام ١٩٨٢ وسوف يكون نصيب كلا من الالياف المختلفة كالاتى :

القطـــــــن	٤٨٪ (اى حوالى ٩ر١٤ مليون طن)
بولى اســــتر	١٨٪
بولى اميــــد	١١٪
بولى اكريــــل	٧٪
الياف سليلوزية محولة	١٠٪
صـــــــوف	٥٪
حرير والياف اخرى	١٪

من هذه الاحصائيات نجد أن القطن مازال يتصدر قائمة الالياف الاخرى ويتوقع الخبراء ان معدل انتاجه سوف يزداد بنسبة ٥ر١ ٪ فى السنوات القادمة .

نبـــــــات القطـــــــن

القطن من أحد فصـــائل الالياف السليلوزية وهو عبارة عن الياف تتكون من شعيرات سطحية تنمو على البذور وتتكون من خلية واحدة فى اتجاه واحد.

ويزرع القطن فى أماكن كثيرة من العالم : فهو يزرع فى بعض البلاد الحارة الا أن زراعته تكون انجح واكفأ فى المناطق المعتدلة وعلى هذا فان زراعته تنتشر فى المناطق التى تنحصر بين خطى عرض ٤٠ شمالا و ٣٠ جنوبا .

ويبلغ ارتفاع نبات القطن من ٥ر١ الى ٥ر٤ قدم حسب النوع والظروف الجـوية التى يزرع فيها ويحمل النبات مجموعة متتالية من الزهر تمتد لفتـرة حوالى ٨ أسابيع بعدها تذبل وتسقط أوراقها لتظهر اللوزة التى يجنى منها فى النهاية شـــعيرات القطن .

تركيب شـــعيرة القطـــن

تتركب شعيرة القطن من خلية واحدة على شكل شريط مفلطح يلتوى حول نفسه عدة مرات ويظهر سطحها الخارجى كما لو كان معرجا ، ويبين الشكل (١) مظهر الشعيرات تحت الميكروسكوب .



شـــكل (١)

وتتكون شعيرات القطن من جـــدار أولى رقيق جدا من السليلوز تحميه قشرة او غلاف خارجي يعرف باسم (Cuticle) اى الغلاف الكيوتينى ويوجد فى وسط الشعيرة قناة داخلية متعرجة وتعرف باسم الليومين (Lumen) تحتوى على العصارة التى تغـــذى الشعيرة ، اما الجسم الاساسى للشـــعيرة فيتكون من الجدار السليلوزى الثانوى الذى يترسب داخل الجدار الاولى على شكل طبقات متتالية من السليلوز وتمثل حوالى ٩٠٪ من حجم الشعيرة .

ويختلف عدد الالتواءات فى شعيرة تامة النضج من ٢٠٠ الى ٣٠٠ التواء فى البوصة حسب نوع القطن اما الشعيرات غير تامة النضج فتختلف عن الشعيرات الناضجة بقلة عدد الالتواءات مع عدم وضوح القناة الداخلية ورقة الجـــدار وعندما تختفى الالتواءات وتظهر الشعيرة كشريط مفلطح ذى جـــدار رقيق — ولا يمكن تمييز القناة الداخلية بها فانها تسمى شعيرات ميته كما فى شكل (٢)



شـــكل (٢)

ويحتوى كل نوع من القطن على نسبة خاصة من الشـــعيرات غير تامة النضج والميتـــه وكلما زادت هذه النسبة فان قيمة القطن تقل بدرجة كبـــيرة . والشعيرات الغير ناضجة غير مرنة لانها جـــوفاء مما يسبب تكورها والتحامها مع بعضها اثناء عمليات الغـــزل فتكون العقد التى تسىء الى مظهرية وانتظام

الخيوط المغزولة كما انها تطفو على سطح النسيج على شكل وبرة لا تستجيب لامتصاص الصبغات بنفس الدرجة مثل الشعيرات العادية مما ينتج عنه نقط مختلفة العمق فى الاقمشة المجهزة .

خــواص تيــلة القطـــن

يمتاز القطن عن باقى الالياف الاخرى فى خواص عديدة اهمها ســهولة تصنيعه وتجهيزه كما أن العلاقة بين خواصــه الطبيعية وخواص الخيوط الناتجة منه قد درست فى السنوات الاخيرة دراسة مستفيضة بحيث امكن لمربى القطن ان ينتخب من الاصناف اكثرها ملاءمة لتناسب المنتجات الصناعية المختــلفة وطرق التجهيز بطرق التربية الحــديثة .

١ — لـــون القطـــــن

تختلف الوان الاقطان تبعا لاصنافها من الابيض الناصع مثل الجيزة ٤٥ الى اللون الزبدى او الاسمر للمنوفى والبنى للاشمونى ويلاحظ ان عدم انتظام اللون داخل اللوط قد يسبب عيوبا للاقمشة المحررة أو المصبوغة .

٢ — نســــبة العـــــادم

يوجد فى القطن الخام نسبة من القشور والاتربة والاجسام الغريبة التى يجب التخلص منها قبل عمليات الغزل ونسبتها تتراوح بين ٢ ٪ للاقطان العالية الجودة الى ١٢ ٪ فى الرتب المنخفضة من الاشمونى كما ان هناك اتربة رفيعة جدا او « هبو » لا يمكن التخلص منها اثناء عملية التنظيف . ويستعمل جهــاز شـــيرلى (Shirly Analyset) لفصــل العوادم وتحديد نسبتها فى عينة القطــن الخـــــام .

٣ — طـــــول التيـــــلة

يعتبر طول الشعيرة من أهم خواص الالياف التى لها تأثير مباشر فى متانة

الخيط الناتج ويختلف طــول الشعرة داخل العينة الواحدة بدرجة ملحــوظة وهناك عدد من الاجهزة يستعمل لقياس الطول المتوسط وطول التيلة ودرجة انتظام الطول ونسبة الشعيرات القصيرة مثل جهاز بالز (Ballas Sorter) وبـــير (Baer's Sorter) وجهــاز الفيبروجــراف (Fibrograph) .

وطول التيلة يمثل متوسط الشعيرات الطويلة فى العينة وهو غير الطول المتوسط الذى يمثل متوسط طول الشعيرات الطويلة والقصيرة معا .

ويتــراوح طول التيــلة حسب الانواع المختــلفة كما هو موضـــح فى الجدول (١) بالنسبة للانواع العالميــة :

جـــدول (١)

نوع لقطن	طول الشعيرة بالبوصة	محيط الشعيرة بالبوصة
ســـــى ايـلـــد	٢ او اكثر	١ / ١٥٠٠
مصـــــــــرى	١ر٥ — ١ر٧٥	١ / ١٥٠٠
جنــوب امــريكا	١ — ١ر٥	١ / ١٣٠٠
امريـــــكا	٩ر — ١ر٢٥	١ / ١٣٠٠
هنـــــدى	٦ر — ٨ر	١ / ١٢٠٠
صـــــــينى	٥ر — ٧ر	١ / ١٢٠٠

٤ ــ متـــــانة الشــــــعيرات

يعبر عادة عن متـــانة الشعيرات بالمتانة الذاتيـــة لخصلة من القطـــن (Breaking Strength) وتعين باستخدام عدد من الاجهزة اكثرها استعمالا جهاز برســـلى (Pressley teser) وتتراوح المتانة الذاتية للاقطـــان المصرية من ٤٢ جرام / تكس الى ٥٨ جرام / تكس او اكثر .

٥ ــ الكثــافة الطــولية للشــــعيرات

هى متوســـط وزن سنتيمتر واحـــد من الشعرة ويعبر عنه بالملليتكس وتتراوح فى الاقطان المصرية بين ١٨٠ ملليتكس فى الاشمونى الى ١١٠ ملليتكس فى الجيزة ٤٥ وتقدر بأخذ عدد من الشعيرات وقطعها الى طول ثابت ثم وزنها .

وهنالك طريقة سريعة باستعمال جهاز الميكرونير (Micronaire) وهذا يعطى قياسا للكثافة الطولية ودرجة النضج فى رقم واحد . ويعمل هذا الجهاز بواسطة امرار تيار من الهواء ذو ضغط معلوم داخل سدادة من القطن ذات وزن وحجم ثابتين ومن انخفاض الضغط يمكن تقدير سمك الشعيرات فاذا كانت رفيعة كان هذا الانخفاض اكبر مما لو كانت سميكة .

وتأتى أهمية الكثافة الطولية للشعيرات من أن عدد الشعيرات فى القطاع العرضى للخيوط لنفس النمرة يتوقف عليها فكلما كانت رفيعة كان هذا العدد اكبر .

٦ — درجة نضوج الشعيرات

ويقصد بها درجة سمك جدار الشعرة وهى تقاس عادة بطريقة غمر الشعيرات فى الصودا الكاوية المشبعة التى تؤدى الى انتفاخ الشعيرات وبالتالى الى اختفاء الالتواءات الطبيعية الموجودة بها أما الشعيرات الغير ناضجة فيتكون بها عدد من الالتواءات نتيجة عدم امتصاصها للصودا الكاوية بذلك تقدير النسبة المئوية بالعد بالميكروسكوب .

وتأتى أهمية درجة النضج الى علاقتها بالنعومة وبالوزن فى نمرة الخيط المنتج وخلوه من العقد التى تسببه الشعيرات الميتة .

الخواص الطبيعية للقطن

القطن الخالى من المواد الغريبة والشوائب عبارة عن شعيرات بيضاء سهلة الاحتراق . ويعتمد القطن اعتمادا كبيرا فى خواصه الطبيعية على كمية الرطوبة التى يحتويها وهذه الاخيرة لا تتوقف على درجة حرارة الجو المحيط بالقطن ونسبة الرطوبة الكامنة فيه وقت الاختبار فحسب بل وعلى الظروف التى كان معرضا لها قبل الاختبار .

ا — تأثير الرطوبة

من الخواص المميزة للالياف خاصية امتصاص الرطوبة من الجو المحيط

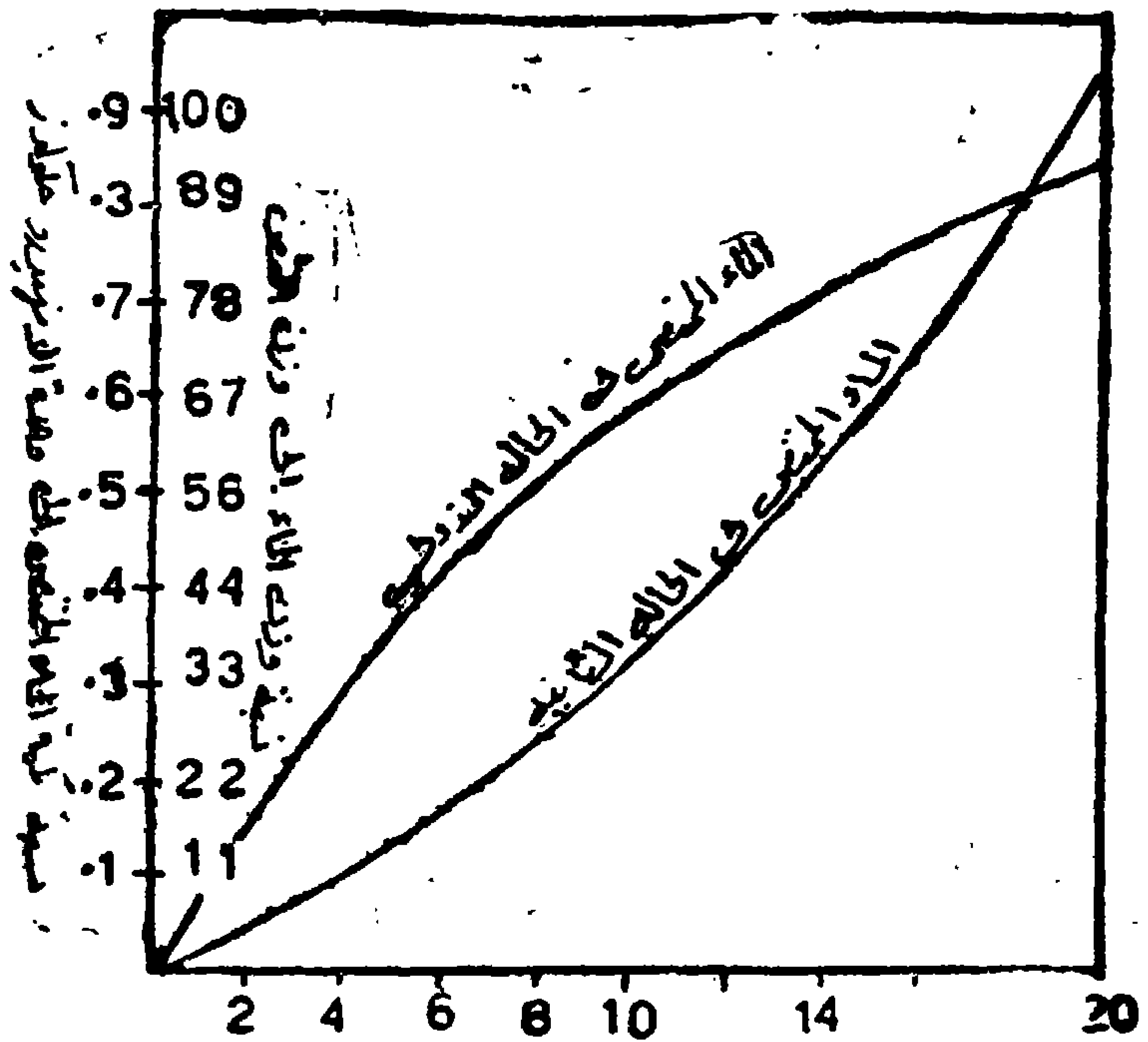
بها ولدرجة امتصاص الخامة للرطوبة أهمية عظمى سواء من الوجهة التجارية او الوجهة الصناعية . وقد لاقت علاقة الرطوبة بالخامات السليلوزية دراسات مستفيضة لتفسير كنة هذه الظاهرة ويمكن تلخيص هذه الدراسات فى النقط التالية :

١ — يحدث امتصاص الماء فى الاجزاء غير المتبلرة من مادة الالياف .

٢ — تبدأ ظاهرة الامتصاص باتحاد جزيئات الماء بالمجموعات النشطة بالخامة وذلك على غرار إتحاد ماء التبلر فى المركبات المتبلرة البسيطة .

٣ — بعد ذلك يحدث الامتصاص بتخلل جزيئات الماء فى المسافات الشعرية الموجودة بالاجزاء غير المتبلرة .

ومن دراسة منحنى الامتصاص عند درجات الرطوبة المختلفة وجد أن



الرطوبة المكتسبة (٪)

شكل (٣) حالتى الامتصاص لمادة السليلوز

معظم الخامات الليفية يبدء فيها الامتصاص بســرعة ومن ثم يأخذ فى التفرطح وأخيرا فى الارتفاع بسرعة وقد أمكن تفسير شكل هذا المنحنى على اساس وجود حالتين للامتصــــاص كما فى الشكل (٢) الذى يفسر ظاهــرة امتصاص الماء لسليلوز القطن عنــد درجة حــرارة ٢٠°م فحـــالة الامتصاص الاولى تعزى الى تكون مركب هيــدراتى لمادة السليلوز وفى الحالة الثانيــة الى الامتصاص العادى . ولما كان الجانب الاكبر من الامتصاص يحدث فى الالياف فى الجزء غير المتبلر فانه كلما زاد هذا الجزء فى الخامة زاد مقــدار الرطوبة الممتصة ولهذا نجد ان الفسكوز رايون يمتص مقدار اعلى من الرطوبة عن القطن فى درجات ممـــاثلة من الرطـــوبة والحــرارة .

وليست درجة التبلر وحدها التى تتحكم فى مقدار الرطـــوبة الممتصة بل يعتمد ذلك والى حــد كبير على عدد ونوع المجموعات النشطة التى تجـــذب جــــزيئات المــاء .

انتفاخ الالياف بتاثير الرطوبة

ومن اهم التاثيرات التى يسببها امتصاص الالياف للرطوبة حدوث انتفاخ وزيادة فى قطر الالياف تعتمد على نسبة الرطوبة الممتصـــة .

اما سبب حدوث هذا الانتفاخ فهو تخلل جزيئات الماء داخل الخامة وعلى الاخص فى الاجزاء غير المتبلرة اذ ينتج عن ذلك دفع الجزيئات الخيطية بعضها عن البعض ولما كان معظم الانتفاخ يحدث فى الاتجاه العرضى للالياف (زيادة القطر) فمما لا شك فيه ان الجانب الاكبر من الجزيئات الخيطية يوجد فى الاجزاء غير المتبلرة مرتبا فى الاتجاه الطولى للالياف .

وتتوقف درجة الانتفاخ كما هو متوقع على نسبة المادة المتبلرة فى الالياف وعلى درجة تماسك الجزيئات بعضها بالبعض فكلما كانت درجة التماسك عالية قلت نسبة الانتفاخ كما هو ملاحــظ فى الالياف الصناعية مثل النيـلون الذى يزداد قطر اليافه بنحو ٥ ٪ عند مرور الخامة من الجفاف الى البلل بينما تصل

هذه الزيادة الى ١٤٪ للقطن و ١٦٪ للصوف و ١٨ر٧٪ للحرير أما الزيادة فى طول الالياف فهى ١ر٢٪ للخامات الثلاثة الاولى و ١ر٧٪ للحرير .

ولا تعتمد درجة الانتفاخ على درجة التبلر فحسب بل ايضا على نوع وعدد المجموعات القطبية الموجودة بالجزىء .

تاثير الرطوبة فى الخواص الميكانيكية

وتؤثر الرطوبة أيضا فى الخواص الميكانيكية للالياف ويمكن رد تأثير الرطوبة فى هذه الخواص الى سببين :

١ ـ التقليل من قوة التماسك الجزيئى (نتيجة لظاهرة الانتفاخ) .
٢ ـ التأثير التشحيمى أو التزيتى (Lubrication) الذى يسببه وجود الماء بين جزيئات المادة مما يسبب سهولة انزلاقها .

فبالنسبة للالياف السليلوزية نجد أن ارتفاع نسبة الرطوبة تساعد على زيادة متانتها بالبلل عكس الالياف البروتينية والصناعية ويعزى زيادة القوة فى حالة الاليـاف السليلوزية الطبيعية الى التأثير الثانى اذ أن الماء الممتص فى الاجزاء غير المتبلرة من الخامة يعمل كمادة تشحيم فيقلل من التوتر الداخلى الموجود بطول الشعيرات التى تجمع بين الاجزاء المتبلرة والاجزاء غير المتبلرة وبذلك تعمل هذه الجزيئات كزمبركات وتمتص جانبا من الجهد الناتج عن الشد هذا الى أن تحرر هذه السلاسل يؤدى الى انسجام توزيع الشد فى اجزاء الخامة ويقلل من نقط الضعف بها .

وتتأثر استطالة الالياف بالرطوبة وهذا يرجع الى التأثيرين المذكورين أعلاه فالتقليل من القوة التى تجمع بين السلاسل الجزيئية يساعد على سهولة انزلاقها بتأثير الشد بينما يعمل الماء كمادة تشحيم تقلل من الاحتكاك الجزيئى .

كما تؤثر الرطوبة ايضا على مقاومة الالتواء للالياف حيث تقل هذه

المقاومة فى القطن عند مروره من حالة الجفاف الى الرطوبة الى التسمع .

وللرطوبة تأثير ملحوظ على الخواص الكهربائية للشعيرات خاصة عند التشغيل حيث تتولد الكهرباء الاستاتيكية على الشعيرات . فعندما تكون الشعيرات رطبة فان ذلك يساعد على مرور هذه الكهرباء الى الارض أما فى حالة الاجواء الجافة فان الالياف تصبح محملة بنسبة كبيرة من هذه الكهرباء الاستاتيكية مما يجعل عملية تشغيله صعبة ولذلك يجب ان تضبط رطوبة عنابر غزل القطن الى حوالى ٦٥ ٪ رطوبة نسبية وهو الوسط المناسب لهذه العمليات .

ب ـ تأثير الحرارة .

يفقد القطن جزءا كبيرا من وزنه عند درجات الحرارة المتوسط ويقل هذا الفاقد بالتدريج كلما ارتفعت درجة الحرارة حتى درجة ١٠٠° — ١٢٠°م ويزداد هذا النقص بدرجة كبيرة مرة أخرى عندما تصل درجة الحرارة الى ١٨٠ °م وهذا يدل على ان الماء يوجد فى القطن فى صورتين :

الصورة الاولى : وهى كمية الماء الممتص على سطح الشعيرات ، وهذه تتغير بتغير الجو المحيط بالقطن وتفقد عند التسخين حتى درجة ١٠٥° م بسهولة .

اما الصورة الثانية فهى كمية الماء المرتبط داخليا بالتركيب الكيميائى للقطن والتى عند فقدها يبدأ فى التحلل ، ويسمى الماء الفاقد فى هذه الحالة بالفقد الدائم (Permenant loss) ، ويتحول لون القطن الى الاصفر عندما ترتفع درجة الحرارة الى اعلى من ١٥٠°م كما يبدأ فى التفكك عندما يصل درجة الحرارة الى ٢٤٠°م وهى درجة التفتت .

وعند تسخين القطن عند درجة حرارة عالية فى وجود بخار الماء فانه يكتسب بعض صفة اللدونة (Plastic Properties) ويمكن بذلك تشكيله تحت ضغط . وهذه هى اساس استعمال ماكينات الكى الصناعى فى

عمليـات التجهـيز النهـائى .

جـ — تأثـير اشـعة الشـمس

تقل متانة الخيوط والاقمشة القطنية باستمرار تعرضها لاشعة الشمس ويصفر لونها بتأثير الاشعة الفوق بنفسجية ويمكن حماية الاقمشة القطنية الى درجة ما باستخدام الصبغات المناسـبة .

د — الخـواص الميكانيكيـة

يعتبر القطن متوسط المتانة حيث تبلغ متانته فى الشد ٣ — ٥ جرام/دنير (أو ٤٠,٠٠٠ — ١٢٠,٠٠٠ رطـل / البوصة المربعة) وتتأثر المتـانة بنسبة الرطوبة المكتسبة فى القطن . ومتانة الشعيرات الطويلة الناعمة (مثل شعيرات قطن سى ايلاند ، والقطن المصرى) اعلى من متانة الشعيرات القصيرة الخشنة وكلما زادت متانة شعيرات القطن وتلاصقها زادت متانة الخيوط المغزولة منها .

ودرجة استطالة القطـن منخفضة حيث تبلغ استطالة الشعيرات عند القطع ٥ — ١٠ ٪ ، كما يعتبر القطن أيضا من الالياف الغير مرنة حيث تبلغ نسبة الرجوعية (Elastic recovery) ٧٤٪ عند استطالة ٢٪ .

هـ — تأثـير العفـن

يتأثر القطن بالفطريات التى تتكون عليه تحت ظروف الرطوبة والحرارة وتؤثر الفطريات المتكونة على متانة الشعيرات وتلونها بالبقع ويساعد على تعفن الخيوط وجود مواد التنشية النشـوية .

التركيب العام للسيليلوز

ان الخواص المميزة للالياف من فيزيائية وكيميائية تلك الخواص التى جعلت من هذه الالياف خامات صالحة لصناعة المنسوجات — قد اثارت الابحاث العديدة لتفسير هذه الخواص على اساس تفهم التركيب الدقيق لهذه الالياف ، ولقد ساعد التقدم الكبير فى طرق التحليل الفيزيائية لدراسة الالياف على اعطاء تصور واضح لتركيب هذه الالياف من حيث انها تتكون من جزيئات ضخمة عظيمة الطول وخيطية التركيب وهذه الجزيئات فضلا عن طولها الكبير توجد فى الالياف فى صورة مرتبة الى حد كبير شأنها فى ذلك شأن بلورات المركبات البسيطة وان كانت درجة التبلر فى هذه الحالة اقل منها فى هذه المواد .

وهناك ثلاثة نظريات مختلفة تحاول كل منها ان تعطى صورة واضحة عن التركيب العام للالياف وهى :

أ — النظرية الجسيمية .
ب — نظرية التركيب المستمر .
جـ — النظرية الهدابية

النظرية الجسيمية

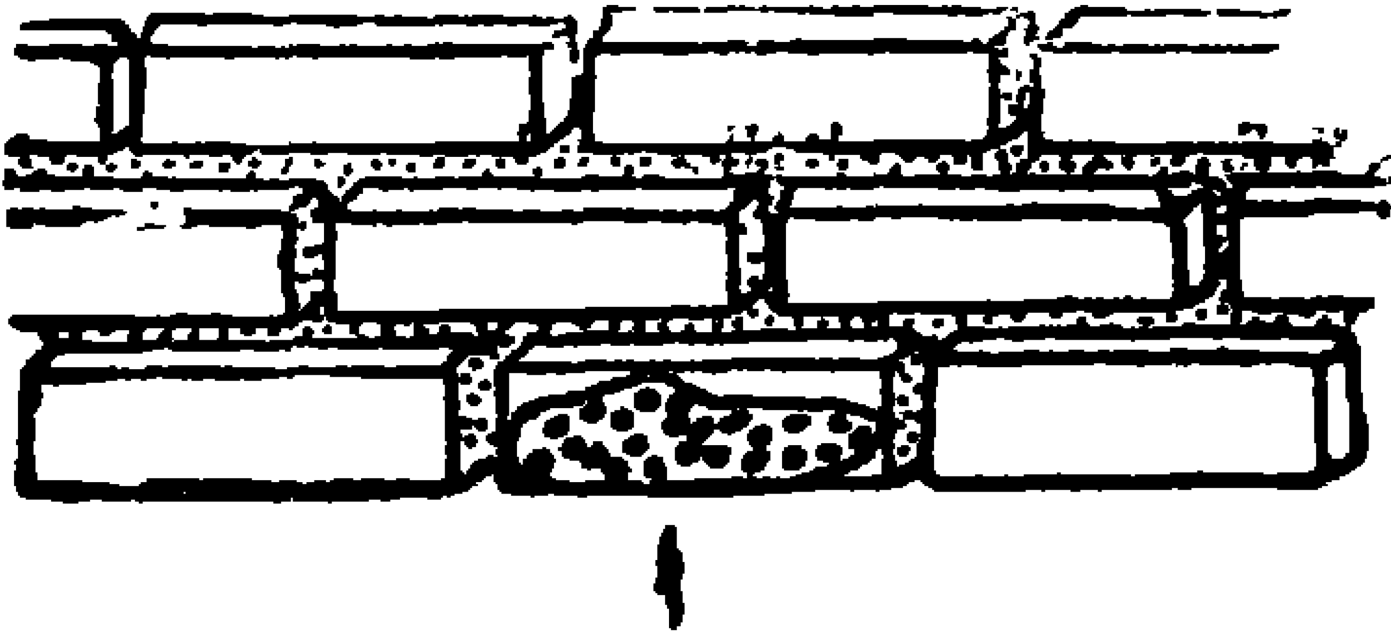
(Micellar Theory)

تفترض هذه النظرية ان الالياف لا تتكون من مادة منسجمة التركيب فى كل اجزاءها بل من اجزاء صغيرة جدا لا يمكن تمييزها بالمجهر ، شكل (شكل ١٤) وقد اطلق فون نيجلى * (Von Naeggli) اسم الجسيمات (Micelles) على هذه الاجسام الصغيرة . وتبعا لهذه النظرية تمتاز الجسيمات بالتركيب

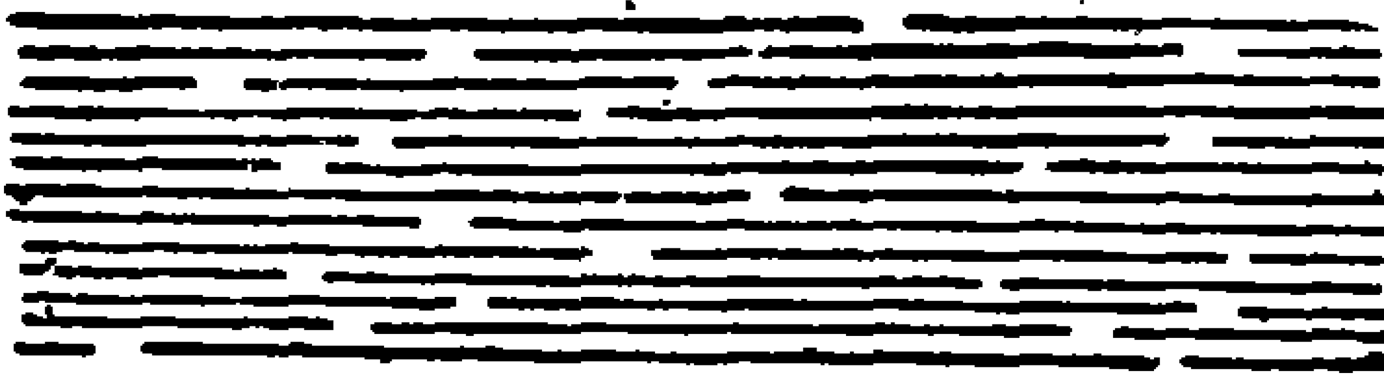
(*) Nagli C., and Schroendeners., Das Microskop 1877.

البلورى وتوجد فى مادة الالياف فى أوضـــاع منسقة بعضها بالنسبة للبعض ، وتمتاز الجسيمات بكبر فى الطول ويقع طولها فى الاتجاه الطولى للالايـــاف . أما تماسك هذه الجسيمات بعضها ببعض فتعزيه هذه النظرية الى وجـــود مادة بينية غير متبلرة . وقد نالت النظرية الجسمية تعضيدا واستفاضة من بعض العلماء فى أوائل هـــذا القـــرن .

وتفسر النظرية الجسيمية ظاهرة الانتفاخ الذى يسبق ذوبان مادة الالياف بأن الانتفاخ ينتج عند تخلل المذيب أو المسبب للانتفاخ فى الاجزاء غير المتبلرة التى توجد بين الجسيمات ويسبب ذلك فى دفع الجسيمات بعضها عن البعض فيحدث بذلك الانتفـــاخ وهو أولى خطوات الذوبان الفـــروى وبزيادة تغلغل السائل بين الجسيمات تقل القوى التى تجمعها بعضها بالبعض شـــيئا فشيئا الى أن ينتهى الامر بانفصالها بعضها عن البعض واختفاء المادة فى المحلول الذى



(أ) النظرية الجسيمية



(ب) نظرية التركيب المستمر



(ج) النظرية المتشابكة

شـــكل (٤)

لا يتكون فى هذه الحالة من الجزيئات الاولية للمادة شأن محاليل المواد البسيطة بل من الجسيمات التى تحتفظ بكيانها فى المحلول .

ولقد أيدت الابحاث الحديثة بالاشعة السينية صحة نظرية فون نيجلى فى مجموعها اذ ثبت بما لا يدع مجالا للشك تبلر مادة الاليـــاف تبلورا دقيقا ، كما امكن قياس ابعاد التماثل البلورى للمواد المكونة للالياف فوجدت مطابقة للافتراض الكيميائى كما امكن قياس حجم الجسيمات بوجه عام .

نظـــرية التـــركيب المســتمر

لاقت نظرية الجسيمات معارضة شديدة من جانب كثير من العلماء على راسهم شتودنجر وكاروثرز وذلك لان الادلة الكيميائية تفيد بأن مادة الالياف تتكون من جزيئات طويلة مستمرة وغير مضطـــربة ، كما فى الشكل (-٤-ب) بعكس النظـــرية الجسيمية التى تفترض تكون الجسيمات من جزيئات ليست عظيمة الطول .وبينما تفسر النظرية الجسيمية تكون المحاليل الغروية بانفصال الجسيمات بعضها عن البعض بدون الوصول الى حدود الجزيئات فان نظرية التركيب المستمر تعتبر المحاليل الغـــروية (المخففة على الاقـــل) مكونة من الجزيئات نفسها والدليل على ذلك ان قياس الاوزان الجـــزيئة سواء بالطرق الكيميائية (المجموعات النهائية) او الفيزيائية (مثل لزوجة المحاليل والطـــرد المركزى العالى والضغط الجـــذيرى) يعطى نتائج متجانسة تدل على تكون هذه المحاليل من جـــزيئات كبيـــرة لا من مجموعات أو حـــزم من جـــزيئات قصــــيرة الطـــــــــول .

ونظرية شتودنجر تفسر الكثير من خواص المواد ذات الاوزان الجزيئة العالية وعلى الاخص من الناحية الكيميائية والفيزيائية العـــامة الا ان هذه النظرية كنظرية الجسيمات تعجز عن تفســـير الخواص الميكانيكية للالياف ، ولهذا فقد نشأت نظرية ثالثة لتفسير هذه الخواص وهى تجمع فى الوقت نفسه بين النظرية الجسيمية ونظرية التركيب المستمر .

النظـــــــــرية الهـــدابية : (Fringe Theory)

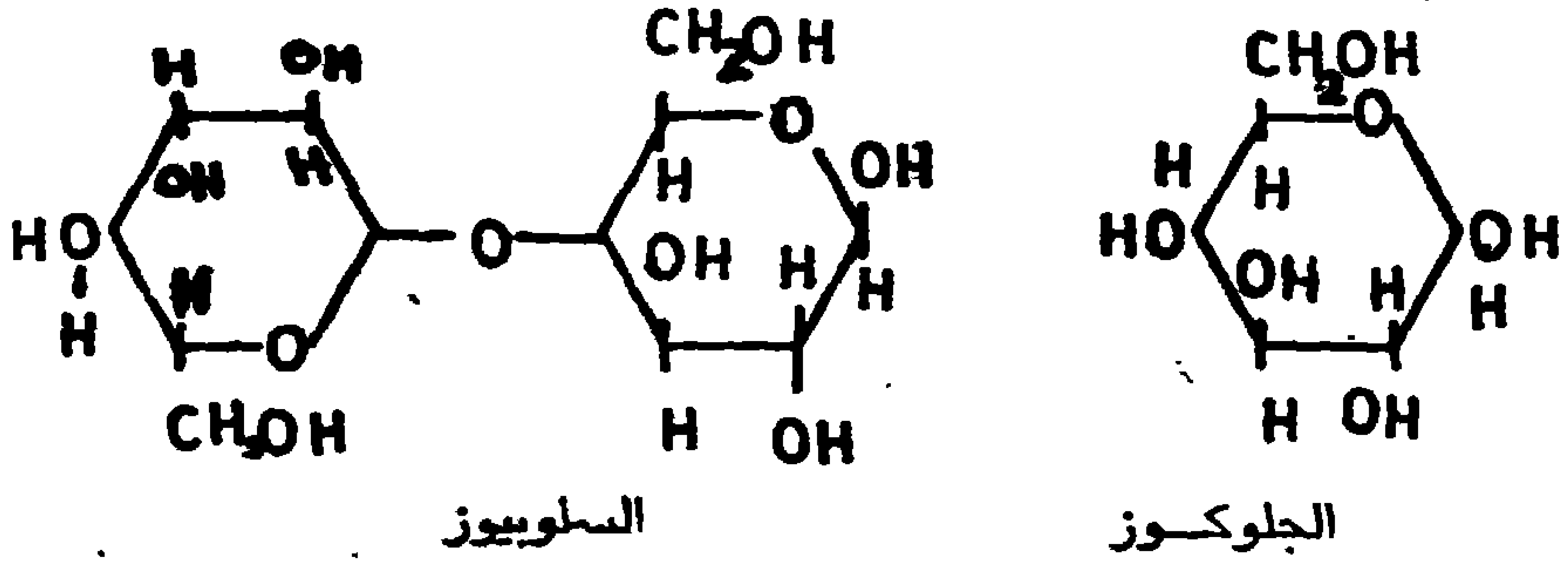
تفترض هذه النظرية تكون الالياف المختلفة من جـــزيئات عظيمة الطول كما هو الحال فى نظرية التركيب المستمر لشتود نجر ، ولكن النظرية الحالية تختلف عن نظرية شتود نجر فى افتراض وجود أجزاء من المادة المتبلرة واخرى غير متبلرة شكل (٤ جـ) وتتكون الاجزاء المتبلرة من انضمام عدد من الجزيئات فى بعض اجزاء من طولها لتكون ما يشبه الجسيمات وفى هذه الاجزاء توجد الجزيئات فى صورة مرتبة ومنظمة كما هو الحال فى البلورات ، اما خارج هذه المناطق المرتبة فتوجد الجزيئات فى صورة مشوشة وغير مرتبة وبذلك فالجزىء الطويل الواحد يساهم فى تكون عدد من الجسيمات مارا بينها بالمنـــاطق غير المتبلرة وبهذا الافتراض تختلف النظرية الهدابية عن النظرية الجسيمية التى تفترض اســـتقلال كل جسم عن الاخر وعدم اتصاله بجـــزيئات الجسيمات المجـــــاورة .

وقد ساعدت النظرية الهدابية على تفسير الكثير من خواص الاليـــاف وخاصة من الوجهة الميكانيكية مما عجزت عن تفسيره كل من النظرية الجسيمية ونظرية التركيب المستمر .

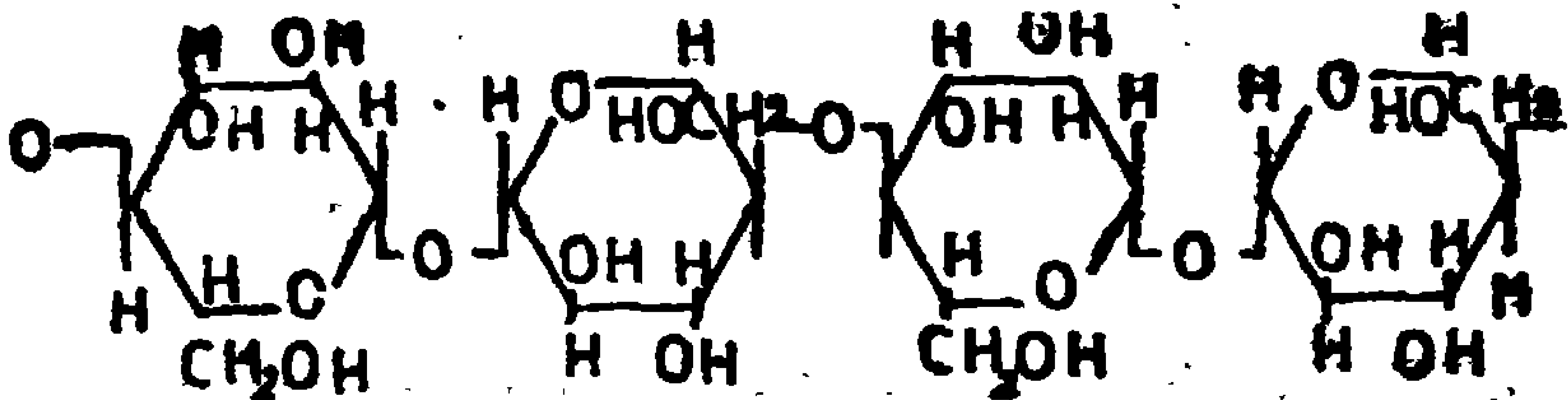
التـــركيب الكيميائى للقطـــــن

يتكون القطن اســاسا من السليلوز ويتبع الســـليلوز كيميائيا الفصيلة المعروفة بالهيدروكربون (Hydrocarbon) التى تميز المركبات التابعة لها بتكونها من الكربون والاكسجين والهيدروجين بحيث تكون نسبة الهيدروجين الى الاكسجين بها ٢ : ١ وهى النسبة التى يوجد عليها هذان العنصران فى الماء ومن هنا جاءت التسمية هيدرات (من ماء) ويعطى الســـليلوز التركيب العـــام $(C_6 O_5 H_{10})_n$ حيث تمثـــل (n) عددا كبيرا يطلق عليـــه درجة التكاثف (Degree of Polymerization D. P.)

وتدل الابحاث على أن الوحدة $(C_6 O_5 H_{10})_n$ هى وحـدة الانهيدرو جلوكوز اذ ان تحلل السليلوز بتأثير الاحماض يؤدى فى النهاية الى الجلوكوز.



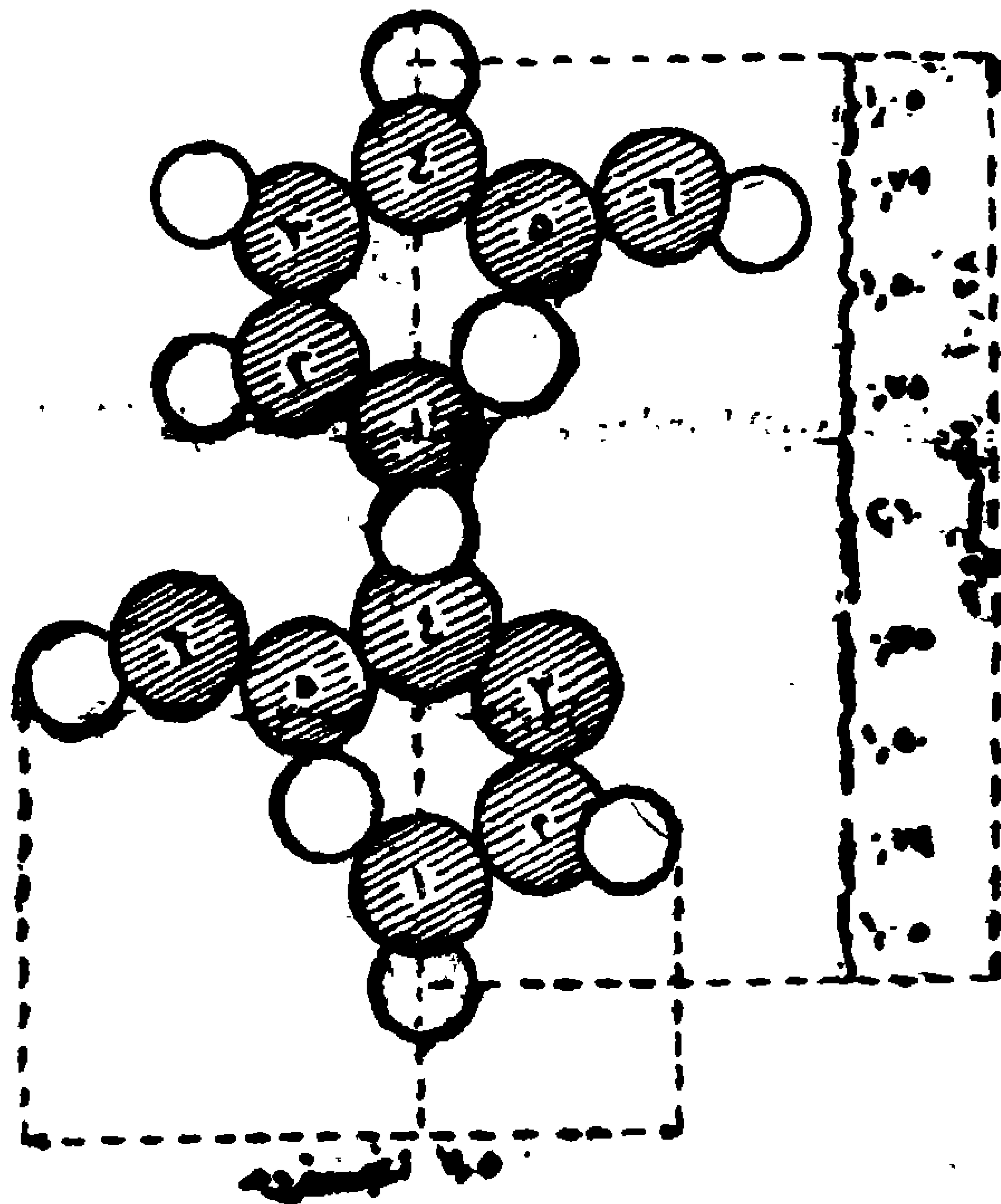
وتكون السليلوز من الجلوكوز يحدث بفقد جزىء من الماء لكل جزىء من الجلوكوز وتكون سلسلة طويلة تمثل حلقاتها وحدات الانهيدروجلوكوز ، اما كيف تتصل هذه الوحدات بعضها بالبعض فى السلسلة فقد امكن استنتاجه من المواد الناتجة عن التحلل الاستيلى (Acetolysis) لخـلات السليلوز اذ ينتج عنه نوع من السكر يعرف باسم السلوبيوز (Cellobiose) وهو سكر ثنائى يتكون من اتصال جزئين من الجلوكوز عن طريق ذرتى الكربون ١ و ٤ كما امكن الحصول من تحلل السليلوز بهذه الطريقة على سكر ثلاثى ورباعى وخماسى وسداسى . الخ تتصل فيها جميعا وحـدات الجلوكوز عن طريق ذرات الكربون ١ و ٤ وهذا ما يثبت أن السلسلة السليلوزية تتكون من اتصال وحدات الانهيدرو جلوكوز عن طريق ذرات الكربون ١ و ٤ كما هو موضـح بالشـكل (٥) .



شكل (٥) تركيب جانب من السلسلة السليلوزية

* كتاب الرايون والالياف الصناعية للدكتور السيد عبد الرحيم حجازى .

وقد جاءت دراسة السليلوز بواسطة الاشـــعة السينية مدعمة لنتائج البحث الكيميائي اذ يتضح أن مسافات التكرار التماثلي الناتج عن الصـــورة الحدودية السينية هي ٣ر١٠ انجستروم وهذه المسافة بعينها تمثل طول جزىء سكر السلوبيوز حسب ما يستدعيه الازدحـــام الفراغي لذرات هذا الجزىء كما في الشـــــكل (٦) .



شـــكل (٦) التـــركيب الفـــراغي للســـــلوبيوز

الـــوزن الجـــزيئي للســـــليلوز

اثبتت الابحاث أن السليلوز من المركبات ذات الاوزان الجزيئية العالية وقد اجـــريت ابحاث عديدة لمعرفة الوزن الجزيئي لهذه المادة ، الا ان هـــذه الابحاث لم تعط نتـــائج متناسقة وهذا يرجع الى أن قيـــاس الوزن الجزيئي للسليلوز كان على محاليل السليلوز ولما كان السليلوز لا يذوب في الســـوائل

العادية فان اذابته تتطلب استخدام بعض المـــواد الكيميائية التى من شأنها ان تؤثر على طول السلسلة السليلوزية ومن هنا نجم الخلاف بين الباحثين فى تقدير الوزن الجزيئى للسليلوز فضلا عن ذلك فان انواع السليلوز المتخذة من مصادر مختلفة لمصادر المتنوعة مثل القطن والخشب تعطى اوزانا جـــزيئية مختـــــلفة .

ولقد استخدمت طـــرق عديدة لتعيين الوزن الجزيئى منها : طريقـــة المجموعات النهائية ، الضغط الجذيرى (Osmotic Pressure) ، لزوجة المحاليل ، الترسيب بواسطة الطرد المركزى العالى (Ultracentrifuge) وكذلك الانحراف الضوئى للاشعة السينية .

هذا ويعبر فى بعض الاحيان عن كبر الجزىء بدلا من الوزن الجـــزئى بدرجة التـــكاثف (D .P) ويمكن ايجاد الوزن الجزيئى بضرب درجـــة التكاثف × ١٦٢ وهو عبارة عن الوزن الجزيئى لوحـــدة الانهيدروجلوكوز . وكان من نتـــائج هذه الابحاث أن الوزن الجزيئى لســـليلوز من زغب القطن ٢٠٫٠٠٠ — ٤٠٫٠٠٠ (بطريقـــة المجموعات النهائية) ، ســـليلوز قطـــن ٤٠٫٠٠٠ (بطريقة الدفع المركزى العالى) ، سليلوز خشب ١٦٫٠٠٠ بطريقة المجمـــوعات النهـــائية .

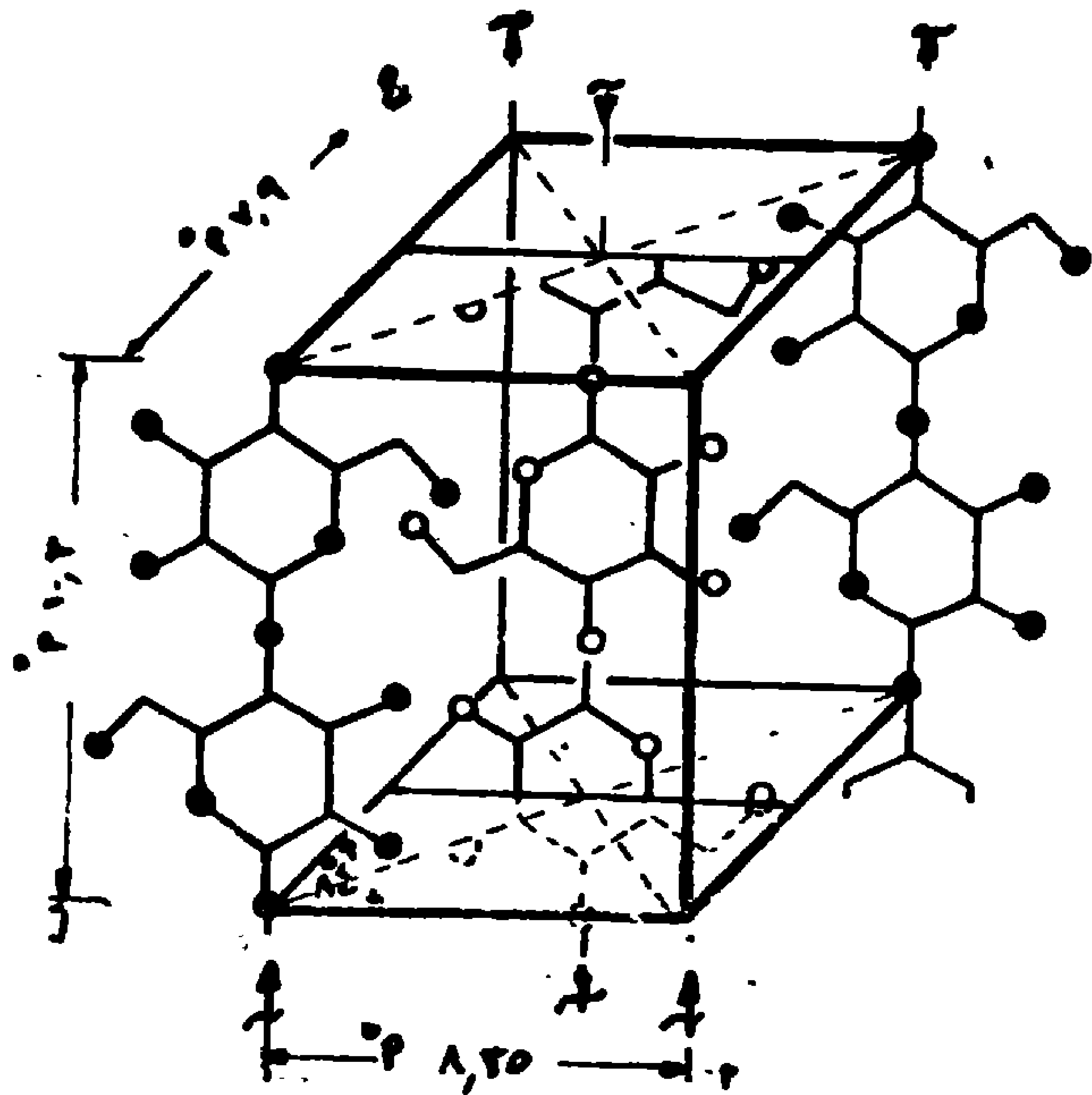
الا أن الابحاث الحديثة اثبتت أن هذه الارقام اقل مما يجب وان تحللا فى جزىء السليلوز لابد أن يكون قد حدث اثناء اجراء الاذابة . وقد دلت الابحاث بعد ذلك على أن درجة تكاثف سليلوز القطن أعلى مما ذكر اذ تبلغ حـــوالى ١٠٫٠٠٠ وحدة جلوكوزية أو وزن جزيئى قدره ١٦٢٠٫٠٠٠ وهـــذه الدرجة العـــالية للتكاثف تعطى جزىء السليلوز طـــولا يجعله فى حدود المرئيـــات (٠٫٠٠٥ ملليمتر) ولكن نظرا لشدة صغر عرض الجزىء (٧٫٥ انجستروم) فانه لا يمكن رؤيته بواسطة الميكروسكوب .

ودرجة التكاثف هذه لاتعنى ان جميع الجزيئات التى تكون مادة السليلوز لها نفس الطول أو الوزن الجزيئى بل تمثل المتوسط العام للاوزان الجزيئية

المختلفة الموجودة فى العينة . وهذه النتيجة هى بالنسبة للسليلوز المستخلص من الالياف النباتية المختلفة أما السـليلوز المحور مثل الفسكوز فان درجـة التكاثف فيه أقل بكثير مما ذكر وتتراوح بين ٢٠٠ الى ٥٠٠ .

ترتيب السـلاسل الجزيئية فى السـليلوز

دلت الابحاث السينية على ان مادة السليلوز متبلرة تبلرا دقيقا وقد أمكن قياس ابعاد وحدة التبلر فى السليلوز فوجـدت كالاتى : فى اتجاه ١ ٣٥ر٨ انجستروم فى اتجاه ب ٣ر١٠ انجستروم ، فى اتجاه ج ٩ر٧ انجستروم وهذه الابعاد تدل على ان البـلورة الاساسـية من النوع الاحادى الميـل وزاوية الانحراف تبلغ ٨٤° كما هو موضح فى الشكل (٧) .



شـكل (٧) وحـدة تبـلر السـليلوز

بعض الخواص الهامة للسليلوز

ان تركيب السليلوز على صورة سلسلة طويلة مكونة من وحدات الجلوكوبيرانوز ينعكس عنه عدة خواص هامة من الوجهة الكيميائية والصناعية ويمكن ان نلخص هذه الخواص فيما يأتى :

١ — تكوين المركبات الاستبدالية

تحتوى كل وحدة جلوكوبيرانوزية فى السليلوز على ثلاث مجموعات كحولية (هيدروكسيل) غير متحدة كيميائيا وبفضل وجود هذه المجموعات يكون السليلوز نوعين من المركبات وهما :

أ — الاستيرات وهى تتكون بتأثير الاحماض أو كلوريدات الاحماض أو الاحماض الغير مائية (انهيدراتها) .

ب — الاثيرات وتتكون بتأثير كلوريد وكبريتات الالكيل أو الأريل فى السليلوز .

هذه المركبات تعتبر الاساس فى كثير من الصناعات السليلوزية الكيميائية مثل صناعة الريون وحرير الاسيتات .

٢ — انتفاخ السليلوز وتكون المركبات الاضافية

من الظواهر المعروفة انتفاخ الالياف النباتية عند امتصاصها الماء ويلاحظ ان اكبر نسبة للانتفاخ فى الاتجاه العرضى للالياف ويعلل هذا الانتفاخ بتخلل جزيئات الماء داخل مادة السليلوز وذلك لوجود مجموعات الهيدروكسيل التى من خواصها اجتذاب جزيئات الماء اليها ولقد ثبت أن الانتفاخ يحدث فقط فى الاجزاء غير المتبلرة للخامة وذلك لان فى هذه الأجزاء توجد مجموعات الهيدروكسيل فى صورة حرة بينما فى الاجزاء المتبلرة يتعطل نشاط هذه المجموعات بسبب تكوينها للاتصال الاضافى بين السلاسل المختلفة ثم لان القوة التى تجمع بين مجموعات الهيدروكسيل فى السلاسل المختلفة أعلى من

القوة التى تجذب بين هذه المجموعات وجزيئات الماء ولولا ذلك لتمكن الماء من التخلل بين السلاسل فى الاجزاء المتبلرة ودفعها بعضها عن البعض مما يؤدى الى ذوبــان الســـــليلوز .

ا — الانتفـــــاخ الجســـــيمى

الماء والسوائل القطبية العـــادية لا تؤثر فى التركيب البلورى الدقيـــق للسليلوز ، اى انها لا تتخلل الجســـيمات ، الا أن هناك محاليل بعض المواد مثل القلويات والاحماض المركزة والمحاليل المركزة لبعض الاملاح المعدنية تحدث تأثـــيرا جوهريا فى الســـليلوز بتسربها داخل الجسيمات نفســـها وذلك لان الايونات الفعـــالة فى هذه المركبات تمتـــاز بقوة جاذبية عاليـــة لمجموعات الهيدروكسيل وفى الوقت نفسه بقوة هدرته كبيرة (الاتحاد بجـــزيئات الماء) وأول خطوات الانتفاخ الجسيمى تحـــدث فى هذه الحال بدخول هذه الايونات داخل الجسيمات واتحادها ببعض مجموعات الهيدروكسيل ويتبع ذلك دخول جزيئات الماء التى تجتذبها هذه الايونات بدورها الى داخل الجسيمات وكلما كانت قوة جذب الايونات عالية زادت درجة الانتفاخ الجسيمى وقد يؤدى هذا الانتفاخ فى النهاية الى فقد القـــوة التماسكية البلورة وانفصـــال السلاسل الســـليلوزية وذوبان الســـــليلوز .

وكثير من المواد تذيب الســـليلوز بهذه الطريقة الا أن معظم هذه المواد تؤثر فى الوقت نفسه على طول السلسلة بأحداث تميؤ فى الرباطات الاكسدية ومثل هذه المواد الاحماض المعدنيـــة المركزة وبعض هذه المواد لا تؤثر تأثيرا كبيرا فى جزيئات السليلوز نفسها نكلوريد الزنك وسلفوسيانات الكالسيوم تذيب السليلوز اذا استعملت فى صورة محاليل مركزة .

أما القـــلويات التى تحدث الانتفاخ الجســـيمى دون أن تحدث اذابة

للسليلوز فقد لاقت استعمالا مهما فى صناعة المنسوجات وهو تحرير أو مرسرة الخامات القطنية وزيادة درجة امتصاصها للصبغات .

ب — تحلل واكسدة السليلوز

المادة السليلوزية سهلة التحلل بتأثير الاحماض حيث تتحول فى النهاية الى سكر الجلوكوز ويتم هذا التحول على عدة مراحل يتناقص فيها طول السلسلة السليلوزية شيئا فشيئا وتقل درجة التكاثف . وتحلل السليلوز فى وسط حامضى غير محدث للانتفاخ يحدث اولا فى الاجزاء غير المتبلرة اذ يحدث التحلل بسرعة فى هذه الاماكن الى أن يصل الطول المتوسط للجزيئات الى طول الجسيمات وتقل عند ذلك سرعة التفاعل ويحدث التحلل فى اطراف الجسيمات وينتقص من طولها شيئا فشيئا الى ان تتحلل فى النهاية الى جزيئات قليلة الطول من السكر العالى ثم الى جلوكوز . اما التحليل فى وسط مسبب للانتفاخ ، حيث تكون جميع الاتصالات الاكسيدية فى متناول تأثير الحامض ، فانه اذا كانت جميع الرباطات لها نفس الخواص فلابد ان يحدث التحلل بطريقة غير منتظمة — وينتج عن التحلل فى هذه الحالة تكون جزيئات متباينة الأطوال الا انه قد ثبت بالتجربة (فى حالة تحلل السليلوز المذاب فى حامض الفسفوريك) ان المرحلة الاولى للتحلل تمتاز بانقسام الجزيئات السليلوزية الى اطوال متقاربة فى الطول وان فى هذه المرحلة يحدث التحلل بسرعة اعلا منها فى المراحل التالية وقد استدل من ذلك على ان جزيئات السليلوز تحتوى على بعض اتصالات اقل متانة من الاتصال الاثيرى العادى ١ : ٤ ».

الهيدروسليلوز

ان تحلل السليلوز فى وسط غير انتفاخى بتأثير الحامض ظاهرة معروفة من القدم فمن المعلوم أن معالجة الخامات النباتية بواسطة الاحماض المعدنية وعلى الاخص فى درجات الحرارة العالية يؤدى الى فقد هذه الخامات لقوتها التماسكية وتحويلها فى النهاية الى مسحوق ابيض ذى خواص اختزالية عالية وقد أطلق على هذه المادة اسم (الهيدروسليلوز) وليس الهيدروسليلوز مادة ذات وزن جزئى ثابت انما هذا الاصطلاح يطلق على كل سليلوز تحور بأى

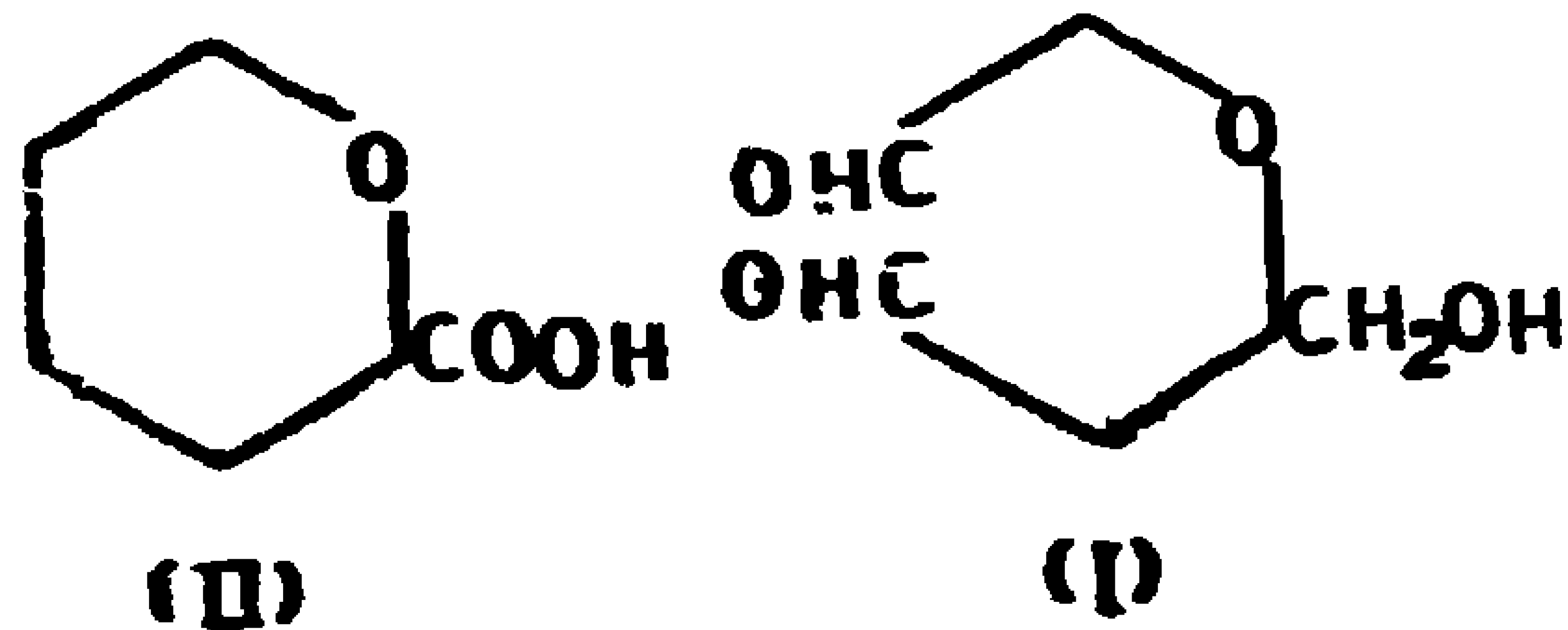
نسبة بتأثير الحامض فانخفض وزنه الجزيئى من الوزن الجزيئى للسـليلوز العادى على أنه وضـع حد ادنى للهيدروسليلوز وهو حوالى ٢٦٠ وحـدة انهيدروجلوكوزية (Limit Hydrocellulose) وهذا الحد الادنى عبارة عن متوسط طول الجزيئات فى الاجزاء المتبلرة (الجسيمات) فى السليلوز وهى تلك الاجزاء التى تقاوم بدرجة ملموسة التاثير التميؤى للحامض فى وسط غير مسبب للانتفـاخ .

ولما كان لتكوين الهيدروسليلوز فى الالياف السليلوزية اثناء المعالجة من تبيض وصباغة وتجهيز من تأثير على الخامة وانخفاض قوة الشد فقد وضعت طرق عديدة لقياس درجة تحلل السليلوز بتأثـير الاحماض نذكر منها قياس مقـدار الانخفاض فى لزوجة محاليـل السليلوز فى محلول اكسـيد النحاس النشادرى وكذلك قياس القوة الاختزالية الناتجة عن تكوين مجموعة الالدهيد عند كل قطـع يحدث فى السلسـلة الانهيدروجلوكوزية واهم هذه الطـرق المستعملة لقياس هذه القوة الاختزالية هو اختزال املاح النحاس القاعدية (محلول فهلنج) واكتشاف أملاح الفضة وتحويل فريسيانور البوتاسيوم الى فروسـيانور .

د ـ المـواد المؤكسـدة

يختلف تأثير المواد المؤكسدة فى السليلوز تبعا لنوع وسط التفاعل بين حامضى وقلوى وتبعا لنوع المادة المؤكسدة المستعملة وتحدث اكسدة السليلوز بوجـه عام اما فى طرف السلسـلة أو فى وسـطها وينتج عن الاكسـدة اما تكون مجموعات الدهيد أو مجموعات كربوكسيل (حامضية) . ففى الوسط الحامضـى يغلب تكون مجموعات الالدهيـد (اكسيسليلوزمختزل) بعكس الوسط القاعدى الذى يغلب فيه تكوين المجموعات الحامضية (اكسيسليلوز حامضى) التى يستدل عليها بامتصـاص ازرق الميثيلين اما من حيث طبيعة المادة المؤكسدة فقد وجد أن بعض المواد المؤكسدة تؤثر تأثيرا خاصـا بينما البعض تاثيره عام فمثلا اكسدة السليلوز بواسـطة حامض اليوديك يسبب قطع الرباط بين ذرات الكربون الحاملة لمجموعات الهيدروكسيل الثانوية مع

فتح الحلقة الجلوكوبيرانوزية وتكون مجموعتى ألدهيد (I) بينما ثانى اكسيد الازوت يحول مجموعة الهيدروكسيل الاولية الى مجموعة كربوكسيل (II)



فى حين أن عددا من المواد المؤكسدة الاخرى مثل الاوزون وماء الاكسجين وحامض الكروميك تحدث التأثيرين فى نفس الوقت .

المكـــونات الأســـــاسـية القطــــــــن

يتكون القطن أساسا من السليلوز (والذى يتراوح نسبته من ٨٥٪ الى اكثر من ٩٠٪) بجــانب بعض المواد الاخـــرى كالاحماض الدهنية والمواد البروتينية والملونة والتى ينظر اليهـــا كشوائب لابد من ازالتها كى نتمكن من صباغة وطباعة المنسوجات بسهولة وتسمى عمليـــة تخليص القطن من هذه الشـــوائب بعملية التحضـــير الابتـــدائى .

والجدول (٢) يبين المكونات الاسـاسـية للقطن الخام على وجه التقريب وهى كالاتى :

جــــــــدول (٢)

المكـــونات	النسبة المئوية فى الشعرة
سـليلوز	٨٨ر٠ — ٩٦ر٠٪
مـــواد بروتينيــــة	١ر١ — ١ر٩
مـــواد بكتينيـــــة	٧ر٠ — ١ر٢
مـــواد معدنية واملاح	٧ر٠ — ١ر٦
مـــواد شـــمعية	٤ر٠ — ١ر٠
صـبغات ومواد ملونة	آثـــار
مـــواد أخـــرى	[illegible] ١ر٠

وهذه المواد تمثل ما يوجد عادة فى الخلايا النباتية ..

٢ — المــواد البروتينيـــة : (Proteins)

المواد البروتينية توجد عادة فى القناة الداخلية للشعيرة « الليـــومن » وتقدر نسبتها عن طريق حساب كمية النيتروجين الموجـــود فى القطن وتزال معظم هذه المادة بواســـطة المعالجة بالقلويات أو باســـتخدام انزيم بروتيس (Protase) الذى يحول المـــادة البروتينية الى المكونـــات البســـيطة أو الاحماض الامينية . ويرى البعض أنها تسبب اللون البنى الموجود فى القطن .

٢ — المـــــواد البكتينيـــة (Pectins)

توجد هذه المـــواد على الجدار الخـــارجى لشعيرات القطـــن كاملاح الكالسيوم والماغنســـيوم والحديد وهى غير ذائبـــة ولا يمكن التخلص منها بواسطة الماء ولكن فى عملية الغلى حيث تتحلل ويتكون أملاح حامض البكتيك التى تذوب فى الماء .

٣ — المـــواد المعـــدنية والاملاح الغير عضـــوية

تختلف كمية هذه المواد المعدنية والاملاح حسب نوع وتربة القطن وكذلك على نوعية التـــربة التى زرع فيها وتتكون هذه المواد اســـاســـا من اكســـيد البوتاسيوم بجانب اكاسيد الكالسيوم والماغنسيوم والصـــوديوم والحديك والالومنيوم والسليكون مع ثالث اكسيد الكبريت وخامس اكسيد الفوســـفور وكلورين وثانى اكسيد الكربون .

٤ — المـــــواد الشمـــــمعية

تتكون هذه المواد أساسا من الكحولات الدهنية (C_{24} — C_{30}) مثـــل ثلاثى كتانول ($n - C_{30}H_{61}OH$) وكذلك الاحماض الدهنيـــة مثل حامض

البهنك (behenic acid) ($n\ C_{21}\ H_{43}\ COOH$) وكذلك الاسترات المكونة لهما بجانب الكلســترول والكربوهيدرات .

وتوجد معظم هــذه المادة فى القشرة الخارجية او الغــلاف الكيوتينى (الكيوتيكل) لتحميه من العوامل الخارجية كما انها تساعد فى عمليات غزل القطن الخام وهذه المواد هى التى تجعل القطن الخام صعب الابتــلال بالماء ويتسبب عن ذلك كثيرا من المتــاعب فى عمليات الصــباغة ولهذا كان يجب التخلص منها ويتم ذلك اثناء عملية الغلية حيث يمكن التخلص من الجزء الاكبر منها اما الجزء الباقى فيتم التخلص منه اثناء عمليات التبييض .

٥ — الصــــــبغات

توجد هذه الصــــبغات بنسب ضئيلة جدا الا انها تسبب اللون الموجود بالقطن (بجانب المواد البروتينية) .

ويلاحظ عند معاملة القطن الخام بالماء فانه يمكن ازالة حوالى ٨٤٪ من المواد المعدنية وجميع الملاح الصوديوم والبوتاسيوم والمواد الســكرية عــدا البروتينات والمواد الشــمعية اما عند استعمال محلول مخفف من الصــودا الكاوية عند درجة الغليان فانه يمكن ازالة جزء كبير من المواد المعدنية وجميع البكتينات وحوالى ٩٠٪ من البروتينات و ٦٠٪ من المواد الشمعية . ولازالة هذه المــواد بنسبة اكبر فانه يجب معــالجة القطن بالتبييض او بالمذيبــات العضــــــــــوية .

الباب الثانى

الماء والمواد ذات النشاط السطحى

والمواد الكيميائية المستعملة

الفصــــــل الاول

المـــــــاء

يعتبر المـــاء من اهم المواد الاولية اللازمة لصـــناعة الغزل والنسيج والتجهيز لما تحتاجه هذه الصناعة من كميات ضخمة منه تختلف باختلاف الوحدة الصناعية بل انه ايضا من العوامل الاســاسية التى توضع فى الاعتبـــار عند اختيار الموقع المناسب لانشاء مصانع التجهيز .

ونظرا لما اصبح يواجه هذه المصانع من مشاكل امدادها بالماء وتكاليف تنقيته من ناحيـــة ومن ناحية اخـــرى طرق التخلص من الميـــاه المتخلفة من العمليات المختلفة فى ظل قوانـــين عدم تلوث البيئة فان الاتجاه هو الاستغناء عنه عن طريق استخدام المذيبات العضوية فى العمليات المختلفة وتطوير الماكينات المطلوبة لتلائم الاتجـــاه الجديد الا ان الوقت مازال بعيدا للاستغناء كليا عن المـــاء كمادة اســـاسية فى هذه الصـــناعة .

ومصادر المياه كثيرة ومتعددة فيمكن الحصول عليها من الامطار والمياه السطحية . . . . الخ الا ان هذه الميـــاه تحتوى على شوائب واملاح تختلف باختلاف مصادرها لذلك فانه يلزم التخلص من هذه الشـــوائب المختلفة التى تسبب عسر الماء للحصول على الماء النقى الصالح للعمليات المختلفة .

مـــوارد الميـــاه الطبيعيـــة

تنقســـــم موارد الميـــاه الطبيعيـــة الى الاقســـام التـــالية :

١ ــ ميــــاه الامطـــــــار

هذا المورد هو اقرب الموارد اطلاقا الى النقاء ويتم تجميع هذه المياه فى البـــلاد التى يكثر فيها سقوط الامطـــار عن طريق صهاريج او خـــلافه ويمكن

الحصول بذلك على كميات كبيرة من المياه النقية التى تصلح للتشغيل .

٢ — المياه السطحية

يمثل هذا المصدر اهم الموارد الطبيعية استعمالا فعند سقوط الامطار تتجمع المياه المتحدرة من اعلى الجبال ملتقية ببعضها البعض حتى تصل الى الانهار او البحيرات وهى فى اندفاعها تحمل معها مواد عضوية فى حالات مختلفة من التحلل وكذلك الاملاح والمواد العالقة التى تختلف باختلاف التربة التى جرت عليها وتأخذ المواد العالقة بها بعد ذلك فى الترسيب فى البحيرات أو أو الانهار ذات السرعة البطيئة اما المواد الذائبة فتبقى مع الماء .

٣ — المياه السطحية الضحلة

يختلف نوع الماء اختلافا بينا فبجانب المناطق المأهولة نجد ان الماء يحتوى على الكثير من الطحالب والمواد العضوية ، اما اذا احتوت التربة على املاح كالطباشير أو الجبس فان كثيرا من هذه الاملاح تذوب مكونة عسر الماء .

٤ — المياه الجوفية العميقة

توجد هذه المياه على أعماق كبيرة تحت سطح الأرض وهى اثناء تجمعها من على سطح الارض لتصل الى الانهار الجوفية تكون قد تعرضت لعملية ترشيح طبيعية ، وعلى هذا فهى تكون خالية تماما من المواد العضوية والمواد العالقة ولكن الى جانب هذا قد تكون كمية الاملاح الذائبة كبيرة وخاصة اذا كانت التربة تحتوى على الحجر الجيرى مما يجعلها غير صالحة الاستعمال بصورتها الطبيعية .

الطـرق المختـلفة لتنقيـة المـاء

يمكن تقسيم الشوائب الموجودة فى الماء الى الاتى :

١ — العـكارة واللـــون .

٢ — العســــــر .

١ — العـكارة واللـــــون

يرجع سبب العكارة الى وجود اجسام صغيرة من المواد العالقة فى الماء وهذه اما أن تكون مواد عضوية مثل الدهون أو الفطريات المختلفة عن النفايات أو مساحيق المواد العضوية أو غير العضوية مثل الطفل او السيليكا أو الحجر الجـــيرى

ولما كان المـاء المستخدم يجب أن يكون صـافيا فانه يلزم لذلك عملية ترسيب . وتجرى عملية الترسيب فى مستودعات كبيرة لترسيب الجـزيئات الكبيرة ثم يلى ذلك عملية ترشيح تتم خلال مرشـحات تتكون من طبقات من الرمل بمواصفات معينة أو باستخدام مواد تجلط (Coagulating agents) تساعد على تجميع الحبيبات الدقيقة فى جزيئات أكبر حجما يسهل ترشيحها

اما اللون فيرجع وجوده فى الماء الى المواد العضـوية الذائبة او المواد المعلقة الغروية وهى ليس لها تركيب معين .

ومواد التجلط المناسبة هى غالبا هيدروكسـيد الالومنيوم وهو يزيل الشوائب الغروية واللون اذا ما استخدم عند درجة اس هيدروجين قريبا من نقطة التعادل حيث يكون عليه شحنة كهربائية مخالفة للشحنة التى تتكون على الشوائب ويمكن ضبط درجة الأس الهيدروجينى بحيث يعطى احسن ترسيب واسرعه بجانب عملية التقليب الميكانيكى التى تساعد فى التقليب .

٢ — عســـر المـــاء (Hardness)

ينقسـم عسـر الماء الى قسـمين :

١ — العسر المؤقت : وينشـا من وجود املاح بيكربونات الكالسيوم

والماغنسيوم الناتجة من تفاعل ثانى أكسيد الكربون الذائب مع كربونات الكالسيوم والماغنسيوم كما فى المعادلات الاتيـــة :



$$CaCO_3 + CO_2 + H_2O = Ca(HCO_3)_2$$



$$MgCO_3 + CO_2 + H_2O = Mg(HCO_3)_2$$

ومن هذا نجد ان السبب الرئيسى للعسر المؤقت هو ثانى اكسيد الكربون لذلك فعند غلى الماء ذى العسر المؤقت فان ثانى اكسيد الكربون يتصاعد وتترسب الكربونات كما فى المعادلة :



$$Ca(HCO_3)_2 \longrightarrow CaCO_3 \downarrow + CO_2 \uparrow + H_2O$$

ب — **العسر الدائم** : يرجع وجود العسر الدائم فى الماء الى وجـــود أملاح الكبريتات والكلوريد للكالسيوم والماغنسيوم وهذه الاملاح تذوب فى الماء ولا تترسب بالغليـــان بل ان درجة اذابتهـــا تزيد برفع درجة الحرارة لذلك يطلق عليها العســـر الدائم .

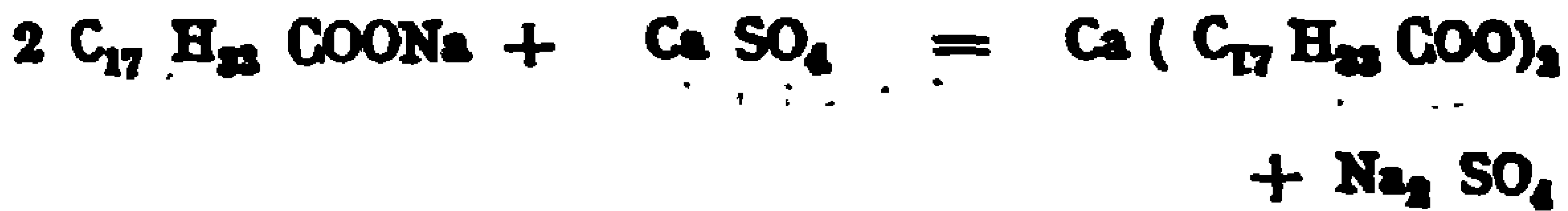
والعسر الدائم الناتج عن وجود امـــلاح الكالسيوم والماغنسيوم الذائبة ينشأ عنها متاعب كثـــيرة فى التشغيل فهى تتفاعل مع الصابون الصوديومى الذائب فى الماء وتحوله الى صابون جيرى اى تكون مع الاحماض الدهنية املاح الكالسيوم والماغنسيوم الغير ذائب فى الماء وصابون الكالسيوم والماغنسيوم المتكونة عبارة عن مادة لزجة يسهل ترسيبها على الاقمشة او الخيوط بطريقة غير منتظمة وتجذب اليه جزيئات الاتربة وعند الصباغة فانه يسبب الحصول على صباغة غير منتظمة لانه يقاوم دخول جزيئات الصبغة فى الاماكن المترسب عليها وهذا بدوره ينتج عنه صباغة ذات درجات احتكاك منخفضـــــة .

والصابون الجـــيرى ذو لون ابيض فى حالة تكونه من احماض دهنيـــة مشبعة اما اذا تكون من احماض دهنية غير مشبعة فانها تتأكسد بالتخـــزين وينتج عنها لون بنى بجانب تكون رائحة غير مستحبة .

ولا يقتصر تكوين الصابون الجيرى على العسر الدائم فقط بل ان البيكربونات تحلل الصابون ايضا كما فى المعادلات الاتية :



$$2\,C_{17}H_{33}COONa + Ca(HCO_3)_2 = Ca(C_{17}H_{33}COO)_2 + 2\,NaHCO_3$$



$$2\,C_{17}H_{33}COONa + CaSO_4 = Ca(C_{17}H_{33}COO)_2 + Na_2SO_4$$

وهناك بعض الطرق السريعة لازالة عسر الماء وذلك باضافة قليلا من حامض الخليك الذى يتفاعل مع البيكربونات وبالتالى يمنع ترسيب كربونات الكالسيوم أو عن طريق اضافة صودا آش (كربونات الصوديوم) للماء الساخن قبل اضافة الصابون اما اذا زاد العسر عن ٣٠ — ٤٠ جزىء فى المليون فانه يلزم تنقية الماء باحدى الطرق الاتية :

طرق إزالة عسر المياه

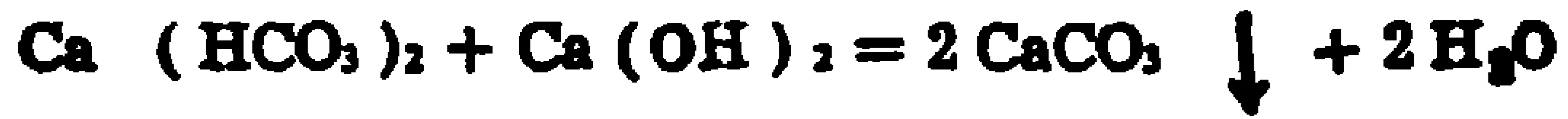
هناك طريقتين لازالة عسر الماء صناعيا : —

اولا — طريقة الجير والصودا

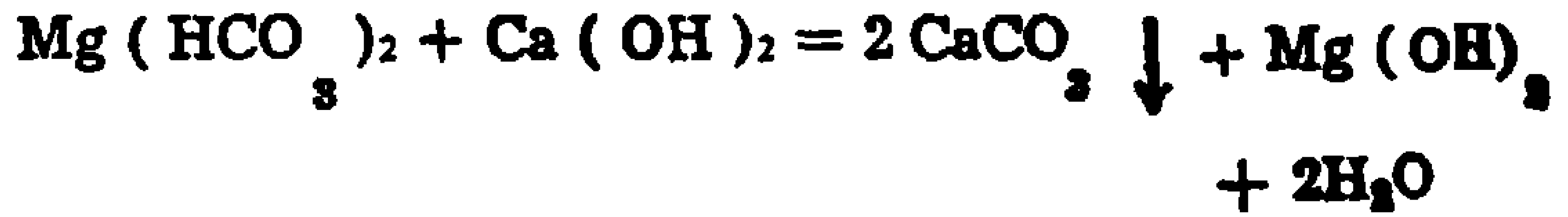
ثانيا — طريقة التبادل الإيونى « الزيوليت »

اولا — **طريقة الجير والصودا** : فى هذه الطريقة يضاف الجير المطفى مع كربونات الصوديوم الى الماء فتترسب ايونات الكالسيوم والماغنسيوم المسببة للعسر المؤقت الناشىء عن وجود البيكربونات وكذلك أملاح كبريتات الكالسيوم وكلوريد الماغنسيوم كما فى المعادلات الاتية :

أ — العســـر المؤقت



$$Ca(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 = 2CaCO_3 \downarrow + 2H_2O$$



$$Mg(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 = 2CaCO_3 \downarrow + Mg(OH)_2 + 2H_2O$$

كربونات الكالسيوم لها درجة اذابة اقل بكثير من كربونات الماغنسيوم لذا فعند معالجة الماء المحتوى على بيكربونات الكالسيوم والماغنسيوم بهـــذه الطريقة فان كربونات الكالسيوم هى التى تترســـب اولا .

ب — العســـر الدائم



$$CaSO_4 + Na_2CO_3 = CaCO_3 \downarrow + Na_2SO_4$$



$$MgCl_2 + Ca(OH)_2 = CaCl_2 + Mg(OH)_2$$

تتحـــول كلوريد الكالسيوم المتكونة فى المعادلة الى كربونات الكالسيوم فى وجود كربونات الصوديوم ، وبالتالى تترســـب ويمكن فصـــلها [٥]

ونرى مما تقـــدم انه يمكن التخـــلص من العسر المؤقت والعسر الدائم باضافة الكمية المناسبة من الجير المطفى والصودا آش وتضاف أحيانا سليكات الصوديوم لتســـاعد على تجلط الراسب (Coagulating the precipitate) وتتم هذه العملية فى صهاريج بعد اتمام عملية الترسيب وتعتمد الكمية اللازمة من الجير والصودا على درجة العسر فى الماء .

والماء الناتج من هذه المعـــالجة يكون محتويا على بعض العســـر الدائم لوجود أملاح كربونات الكالسيوم وهيدروكسيد الماغنســـيوم الذائبتان التى تعطى درجة عســـر تصل الى حوالى ٨ ويجب أن تجـــرى هذه العملية

بعناية كافية لان اى زيادة فى كميات هيدروكسيد الكالسيوم المضافة قد تؤدى الى تكوين محاول من هذه المادة التى قد ترفع عسر الماء مرة اخرى .

ثانيا — طريقة التبادل الايونى : (Base - Exchnge Softenin g)

عند مرور الماء خلال بعض الاملاح الطبيعية فان الأس العسر مثل الكالسيوم والماغنسيوم ++Ca++& Mg يستبدلان بايونات اخرى لا تكون صابون غير ذائب . ومن هذه الأملاح ما يسمى زيوليت (Zealites) واحدى هذه الامثلة مادة انالسيت Analcite



$[\ Na_2O.\ Al_2O_3.\ 4SiO_2.\ 2H_2O$



$Na_2O.\ Al_2O_3.\ 4SiO_2.\ 2H_2O\ +\ Ca^{++}\ =$



$CaO.\ [\ Al_2O_3.\ 4SiO_2.\ 2H_2O\ +\ 2Na^{+}$

وبالتالى ، فعند مرور الماء العسر خلال عمود قائم من حبيبات الزيوليت فانه ينقى تدريجيا طالما أن التفاعل مستمر وليس هنك اى خطورة من اضافة المزيد من هذه المادة ، كما هو الحال فى طريقة الجير والصودا السابقة ، كما أن هذه الطريقة تعطى ماء تصل درجة عسره الى صفر بطريقة سريعة وامنة .

وبعد فترة استعمال تعتمد على سعة العمود ودرجة عسر الماء فان ايونات الصوديوم تستبدل بايونات الكالسيوم أو الماغنسيوم وبالتالى فان كفاءة العمود لتنقية الماء تقل تدريجيا ويلزم فى هذه الحالة اعادة تنشيط هذا العمود باضافة محلول ملح طعام خلاله حيث يتم تحويل الزيوليت الخامل الى درجة نشاطه الاول كما فى المعادلة :



$CaO\ [\ Al_2O_3.\ 4SiO_2.\ 3H_2O\ ]\ +\ 2NaCl \longrightarrow$



$Na_2O.\ Al_2O_3.\ 4SiO_2\ 2H_2O + CaCl_2$

وهناك الزيوليت الصـــناعى الذى أصبح متوفر حاليا له قــدرة أعلى للتنقية ويعمل بنفس الميكانيكية الســـابقة .

الاضرار الناجمة عن وجود املاح الكالسيوم والماغنسيوم فى مياه الغلايات

تسبب املاح الكالسيوم والماغنسيوم الموجودة فى الماء مشاكل من نوع آخــر عندما تستخدم فى الغــلايات حيث تترســب هذه الامــلاح على هيئة رواسب او تشـــور . .

فعند درجات الحرارة العالية تتحلل بيكربونات الكالسيوم والماغنسيوم الى كربونات الكالسيوم والماغنسيوم وتترسب كربونات الكالسيوم على الجدار بينما تترسب الماغنسيوم على هيئة هيدروكســيد الناتج من تميىء كربونات الماغنســيوم وهذه الرواسب تقل درجة ذوبانها بارتفاع درجة الحــرارة .

والمشاكل التى تنتج نتيجة التــراكم هذه الرواسب على جدار الغلايات يؤثر على معامل التوصيل الحــرارى الذى ينتج عنه زيادة فى استهلاك الوقود كما ان زيادة التسخين فى بعض أجزاء الغلايات يؤثر على المعدن نفسه ويقلل من عمـــــره .

وقد ينشأ الصدأ فى الغــلايات وفى انابيب التغذية نتيجة لوجود غازات مثل الاكسجين وثانى اكسيد الكربون الناتج من تحلل البيكربونات أو لوجود حامض طليق فى الماء او نتيجــة لتكوينة تحت الضــغط المرتفع بسبب تحلل بعض الاملاح مثل كلوريد الماغنســيوم .

الا انه من الممكن التقليل من حجم هذا الصدأ عن طريق ضبط درجة الأس الهيدروجينى الى ٩ كما يفضل تسخين الماء قبل دخوله الغلايات لتتخلص من الهواء الذائب أو باضافة مواد كيميائية مثل كبريتيد الصوديوم الذى يتحد مع الاكسجين مكونا الكبريتات أو باضافة مادة ســداسى فوسفات الصوديوم (Na_3PO_4) الى الماء فيمنع ترسيب الكالسيوم والماغنسيوم والحديد ويقلل من حدوث صدأ فى الانابيب .

خـواص المـاء المطلوبة للتشغيل

الماء اللازم فى كل حالة له خواص ومواصفات محددة لمنع حدوث متاعب فى التشغيل او لمنع حدوث تآكل فى الغلايات وخطوط لانتاج .

ويحدد الجدول (٣) الآتى حدود الشوائب فى الميـاه اللازمة لصناعة النسيج مقدرة بجزء فى المليـون .

(جـــدول ٣)

السـيليكا	٥٠ر — ٣
العسر الكلى	صفر — ٢٥
حـديد	٠٢ر — ١ر٠
منجنـيز	٠٢ر
التلوين (لكربونات الكالسيوم)	٠٠ر٣٥ — ٦٥
المواد الصلبة الكلية	٠٠ر٦٥ — ١٥٠

اما الميـاه اللازمة لتشغيل الغـلايات تحت ضغط منخفض فيلزم ازالة العسر فيها كما يلزم تخفيض كلا من نسب المواد الصلبة الكلية والقلوية الى الحد الادنى لكل منها كما فى المياه اللازمة للغلايات تحت الضغوط المرتفعة .

الفصــــل الثــــانى

المــواد ذات النشــــاط السـطحى

SURFACE ACTIVE AGENTS

مقـــــــدمة :

توجد المادة عادة فى ثلاث حالات : الحالة الصلبة او السائلة أو الغازية ولكل منها مميزاتها وخواصها الطبيعية فاذا اجتمعت حالتان من هذه الحالات سواء كانا سائلين أو سائل وصلب أو سائل وبخاره فانه يتكون بينهما دائما صورة سطحية فاصلة (Interface) لها خصائص متميزة عن خصائص كل من الصــــورتين .

ولهذا السطح البينى الفاصل اهمية خاصة اذ انه يتحكم فى سلوك كل من الوسطين تجاه الآخر . لذلك نجد أن عمليـــات التنظيف والابتلال والانتشــــار وتكوين الرغوة وعمل المستحلب والتشتت مع مالها من أهمية كبرى فى الصناعة انما تتوقف على ما يحدث فى الحد البينى الفاصل بين حالات المادة .

وهناك ثلاثة حقائق أساسية عن سطح اى مادة هى :

اولا ــ الانتقال من اى حالة لأخرى يكون انتقالا كاملا بمعنى أن الماء أما ان يوجد فى حالة غازية (بخار ماء) أو فى حالة سائلة أو فى حالة صلبة (الثلج) ولكن لا يمكن للماء أن يوجـــد على حالتين فى وقت واحد . ولكن هنـــاك مرحلة انتقال من اى حالة لاخـــرى وهذه المرحلة لا يتعدى سمكها فوق سطح اى مادة سمك جزيئى واحد أو جـــزئين .

ثانيا ــ أن هناك قدرا خاصا من الطاقة موزعا بانتظام على سطح المادة

ويعبر عنها باسم الطاقة السطحية (Surface energy) فمثلا أذا سقطت نقطة الماء أو الزئبق على سطح زجاجى فانها لا تنتشر بل تتكور مكونة نقطة واحـده وهذا التـكور انما هو نتيجة هذه الطاقة السطحية التى تمنع الماء من الانتشـار وتعرف الطاقة فى هذه الحالة بالذات باسم الشد السطحى او التوتر السـطحى (Surface tension) وتشاهد هذه الظـاهرة كل يوم عنـد تسـاقط الندى على النبات والاشـجار .

ثالثا — ان للحد البينى الفاصل بين اى حالتين هو وجود فرق فى الطاقة بينهما بمعنى أن احدهما يحمل مقدار اكبر من الطـاقة بالنسبة لزميله ويسمى هذا الفرق باسم فرق الجهد (Potential - difference) وتتأثر الطاقة السطحية وفرق الجهـد بالتغير فى درجة الحرارة أو الضغط وتتوقف على الطبيعة الكيميائية لحالات المـادة الموجـودة .

ومن هذه الحقائق فاننا سوف نركز على التوتر السطحى للمحاليل لما له من اهميـة فى مجالنـا هـذا .

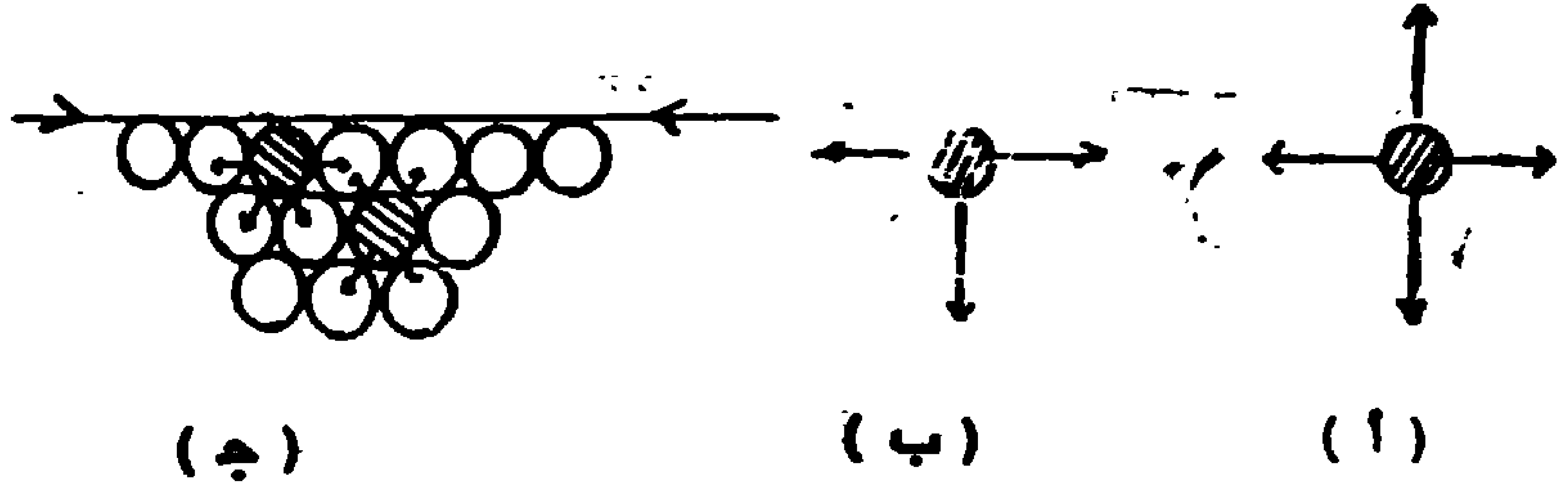
التـوتر السـطحى
Surface Tension

تعـريف

التوتر السطحى هو الشغل المبذول لزيادة سطح السائل بمقدار ١ سم٢ بوحـدات ابرج / سم .

فالجزىء الذى يقع فى وسط السـائل شكل (٨ أ ، ج) يتعرض لقوى جذب متساوية فى جميع الاتجاهات ولكن الجزىء فى الطبقة السطحية للسائل شكل (٨ ب ، ج) يتعرض لقوى غير متوازية اذ يخضـع لقوى جذب للداخل لا تعادلها قوى فى الاتجاه المقابل مما يؤدى لانسحاب الجزئيات للداخل محدثة

السطح المعرض للسائل وخاصة اذا كانت له القدرة على ان يبلل جدار الاناء الذى يحتويه كما فى الشكل (٩) .



شكل (٨) القوى المؤثرة على الجزيئات فى السائل

وهكذا فانه نظرا لوجود سطح حر فان السائل يميل لان يتخذ الشكل الذى يقل فيه السطح المعرض للخارج وهذا هو السبب فى ان قطرات السائل اذا سقطت فوق سطح لا يبتل بها فانها تتخذ شكلا كرويا لأنه الشكل الاقل فى مساحة سطحه المعرض للخارج .

والمثال الحسابى التالى يبين أن الشكل الكروى يمتاز بقلة سطحه المعرض للخارج اذا ما قورن بشكل يناظره فى الحجم .

فمثلا : اذا اخذنا مكعب طول ضلعه ١١ سم وكرة نصف قطرها ٧ سم وكلاهما له نفس الحجم تقريبا نجد ان مساحة السطح الخارجى لكل منهما مختلف كالاتى :

حجم المكعب	= ١٣٣١ سم٣	حجم الكورة	= ١٣٧٢سم٣
مجموع سطحه الخارجى	= ١٢١ × ٦	وسطحها الخارجى	
	= ٧٢١ سم٢		= ٦١٦ سم٢

وهكذا يتضح بالبرهان الرياضى أن الشكل الكروى هو الشكل الذى يتميز بأقل مسطح وبالتالى اقل طاقة سطحية ممكنة .

وعلى ذلك يمكن تصور التوتر السطحي على انه نطاق مرن من الجزيئات

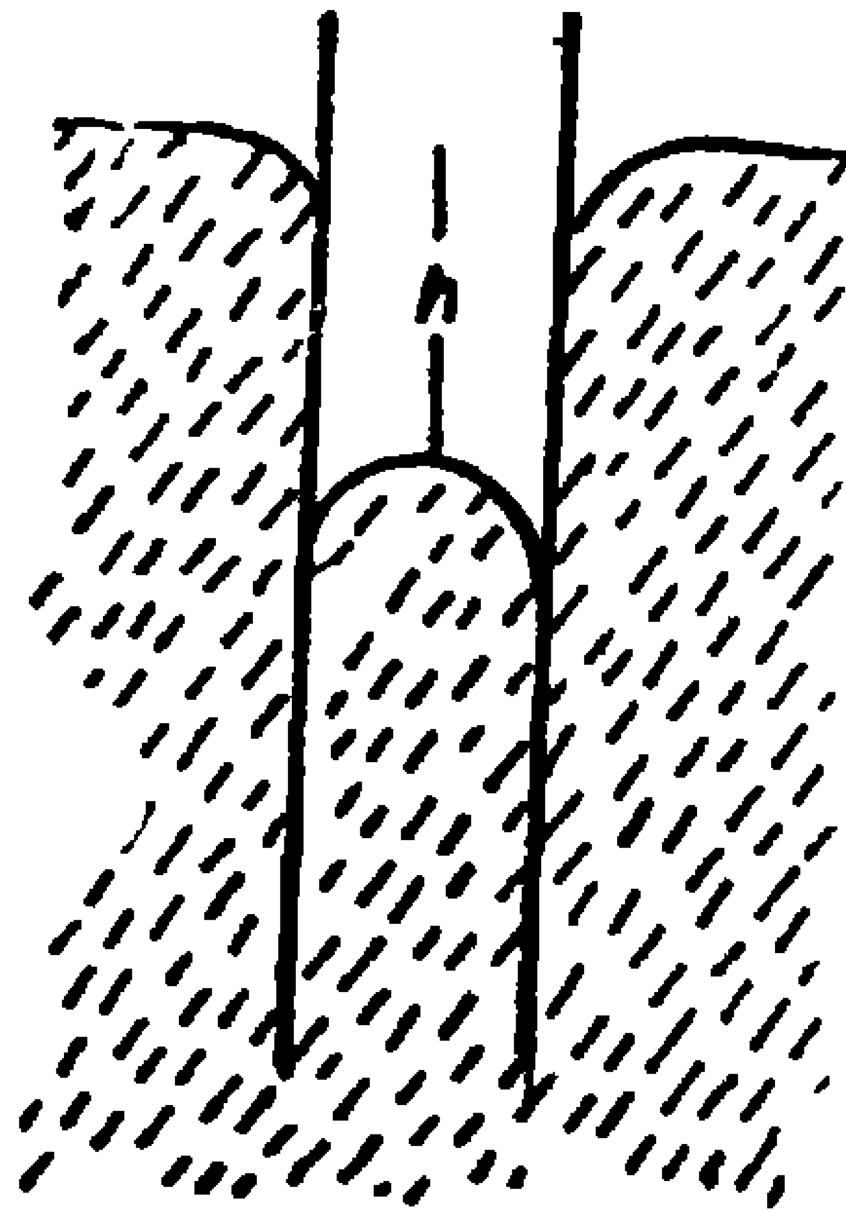
المتسحبة لداخل السائل وهو يمثل الطاقة السطحية المسئولة عن ثبات سطح السائل منقبضا للداخل مما يجعله يشغل اقل مساحة معرضـــة ويؤدى الى تقعر السائل فى الاناء وكذلك ارتفاع السائل فى الانابيب الشعرية وهو المسئول كذلك عن تكور قطـرات السائل فوق ســطح صلب لا يبتل بســهولة اذا ســـقط فـــوقه .

قياس التوتر السطحى (Surface tension measurements)

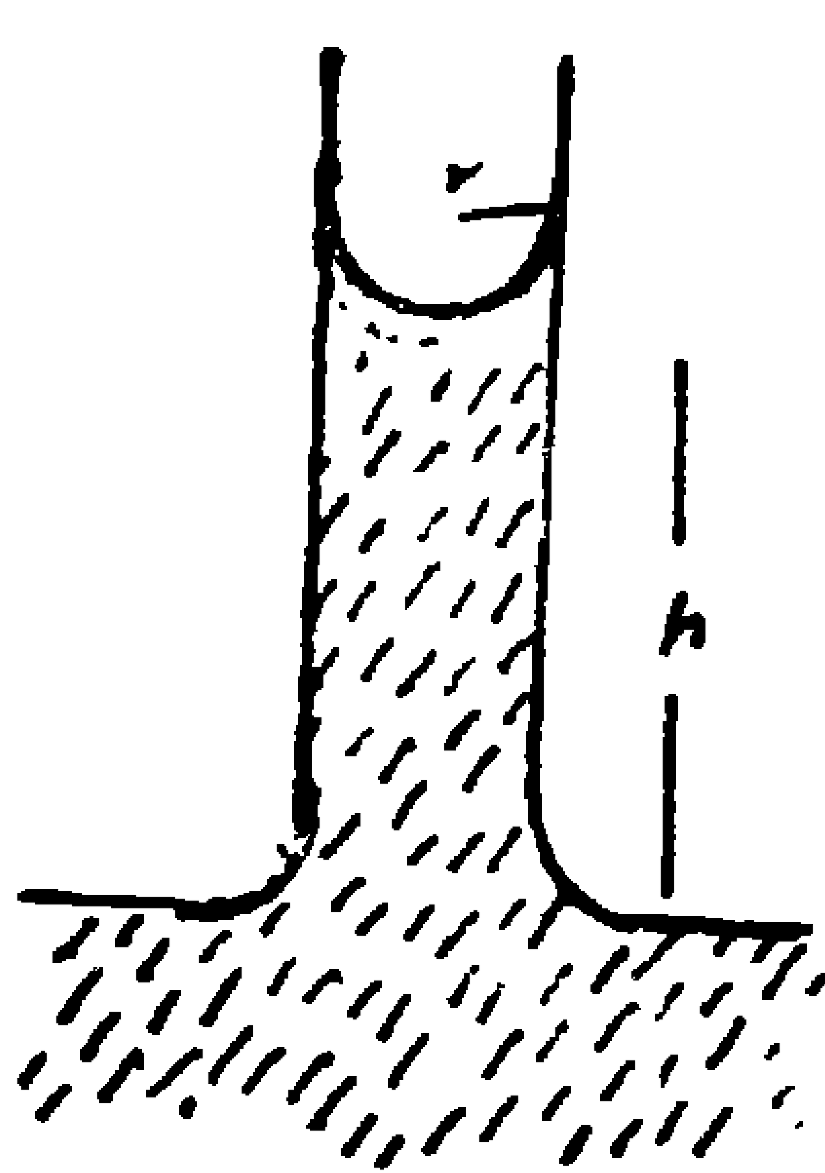
يمكن قياس التوتر السطحى للسوائل بالطرق الآتيـــة :

١ ـ طريقة الارتفاع الشـــعرى (Capillary rise)

وهذه هى الطـريقة التقليدية لقيـاس التوتر الســطحى للسوائل فمن المعــروف أن السائل اذا كان يبلل جـدار انبوبة شعرية فانه يصعد فى هذه الانبوبة او يهبط منها اذا كان لا يبلل جدارها كما هو موضح فى الشكل (٩) .



(ب)
هبوط السائل فى الأنبوبة الشعرية للسائل الذى لا يبلل جدارها



(أ)
ارتفاع السائل فى الانبوبة الشعرية الذى يبلل الجدار

شـــكل (٩)

ولما كانت الانبوبة الشعرية مقطعها دائرى فان الفرق فى الضغط على المقطع عند السطحين داخل وخارج الانبوبة (ΔP) يمكن حسابه من المعادلة الآتية بالنسبة للسطح البينى :

$$(1)\quad \Delta P = \frac{2\gamma}{r}$$

حيث γ = التوتر السطحى للسائل
r = نصف قطر الانبوبة الشعرية

وهذا الفرق فى الضغط يساوى أيضا مقدار الانخفاض فى الضغط الهيدوليكى داخل الأنبوبة الشعرية والذى يمكن حسابه من المعادلة :

$$(2)\quad \Delta p = g\, h\, \Delta d$$

حيث Δd = الفرق فى كثافة كل من السائل والغاز
g = عجلة الجاذبية الارضية
h = ارتفاع السائل داخل الانبوبة الشعرية مقاسا من سطح السائل فى الاناء حتى قاع السطح المقعر للسائل

ويتساوى القيمتين فى المعادلتين ١ ، ٢

$$\gamma = \frac{r\, h\, g\, \Delta d}{2}$$

وهذه المعادلة قابلة للتطبيق اذا كان السائل يبلل جدار الانبوبة الشعرية تماما معطيا زاوية تماس = صفر، اما اذا كان السائل لا يبلل جدار الانبوبة الشعرية اطلاقا فان زاوية التماس = ١٨٠° وينجه السائل للهبوط محدثا سطحا محدبا وتصبح (h) تمثل قيمة الهبوط لسطح السائل داخل الانبوبة الشعرية . واذا كانت زاوية التماس (ثيتا θ) تتراوح بين صفر و ١٨٠° فان المعادلة تمثل حالة الاتزان الجديدة كالاتى :

$$\gamma \cos \theta = \frac{1}{2} g r h \Delta d$$

والجدول (٤) الآتى يبين التوتر السطحى لبعض السوائل النقية والسوائل التى اظهرت توترا سطحيا عاليا مثل الماء الذى يتميز بقوى بينية قوية تربط جزيئاته .

جدول رقم (٤)

التوتر السطحى لسوائل نقية عند درجة ٢٠ °م (داين / سم)

السائل	التوتر السطحى	السائل	التوتر السطحى
بروميد الايثيل	٢٤ر١٦	رباعى كلوريد الكربون	٢٦ر٦٦
ايوديد الايثيل	٢٩ر٩٠	ثانى كبريتور الكربون	٣٢ر٣٣
بنزين	٢٨ر٨٦	ماء	٧٢ر٧٥

وهناك عدة طرق اخرى لقياس التوتر السطحى وهى :

ب — طريقة قياس أقصى ضغط لانتاج فقاعة *

جـ — طريقة وزن القطرة *

د — طريقة ميزان التوتر السطحى *

هـ — طريقة القطرة الثابتة *

التوتر السطحى للمحاليل

فى حالة المحاليل المائية فان بعض المواد لها القدرة على خفض التوتر السطحى للماء وهى من نوع مماثل للاحماض الدهنية ذات السلسلة الهيدروكربونية الطويلة الطاردة للماء (Hydrophobic) على أن تنتهى

* كتاب الكيمياء الطبيعية للاستاذ الدكتور عبد الخالق السباعى — كلية الزراعة جامعة الاسكندرية

السلسلة بمجموعة قطبية جاذبة للماء (Hydrophilic) والمجاميع القطبية مثل مجموعة الكربوكسيل (COOH —) تكون قادرة على اكساب الجزيء كله القدرة على الذوبان في الماء ولكن اذا زاد طول السلسلة الهيدروكربونية فان الجزيء يصعب ان يكون قابلا للذوبان في الماء ولذلك فان السلسلة الهيدروكربونية الطويلة الطاردة للماء تميل الى ان تبتعد عن سطح الماء بينما تنغمس الاطراف القطبية فقط في الماء ومثل هذه المواد هي المواد ذات النشاط السطحي .

اما المواد الذائبة الايونية فانها تزيد من قيمة التوتر السطحي للماء النقى لقيم أعلى من قيمة توتر الماء النقى ففى هذه الحالة فان المواد الذائبة الأيونية تجذب الجزيئات الداخل بدرجة اكبر فتزيد من الضغط الداخلي للسائل وتزيد من التوتر السطحي للمحلول وذلك بعكس الحال في محاليل الاحماض الدهنية مع الماء فبينما يتزايد تركيز الاحماض الدهنية في الطبقة السطحية للماء فان جزيئات المواد الذائبة الايونية تقل في السطح وتزيد في الداخل .

خفض التوتر السطحي للمحاليل والمخلوطات المائية

يلاحظ ان المركبات العضوية تحدث انخفاضا واضحا في قيمة التوتر السطحي للماء اذا خلط مع مركبات احادية ذات مجموعة طرفية مثل الكحولات الالدهيدات — الكيتونات — وكثير من الاحماض العضوية واستراتها . وقد وجد تروبى (Traube) بعض الخصائص لسلسلة متجانسة من المركبات العضوية ذات النشاط السطحي وهى :

١ — تؤثر هذه المركبات على التوتر السطحي للماء فتخفضه خاصة في التركيزات المنخفضة كما في الجدول (٥) عند اضافة حامض البيوتيرك .

٢ — كلما زاد طول السلسلة الهيدروكربونية زادت قدرة الجزيء على خفض التوتر السطحي

٣ — المركبات العضوية — وخاصة ذات السلسلة الهيدروكربونية الطويلة سواء كانت دهنية او عطرية تعطى أكبر خفض فى التوتر السطحى للماء طالما كان الجزىء محتويا على مجموعة قطبية مثل الهيدروكسيل (OH -) او الكربوكسيلك (COOH-) او الامين (NH_2-)

جـــــدول (٥)

تركيز حامض البيوتيرك (جزىء جرامى / الأتر)	التوتر السطحى
صـــــفر	٧٢ر٧٥
٠ر٠١٥٨٣	٧٠ر٧
٠ر٠٨٤٤٧	٦٠ر٧
٠ر٢٦٧٥٠	٤٨ر٣
٠ر٤٢٥٣٠٠	٤٢ر٣
٠ر٩٨٠٢	٢٣ر٠
٢ر٨٣٤	٢٩ر٣
٩ر١٥	١٧ر٥
١١ر٣٨٠	٢٦ر٠

ويلاحظ ان معظم الخفض يتم فى التركيزات التليلة الاولى من حامض البيـــوتيرك .

العلاقة بين التوتر السطحى للمخاليط المائية وتركيز المادة المضافة

ولقد عبر فرندليش (**Freundlich**) عن مقدار الانخفاض فى قيمة التوتر السطحى نتيجة اذابة مادة عضوية ما عند تركيزات متوسطة بالمعادلة الآتية :

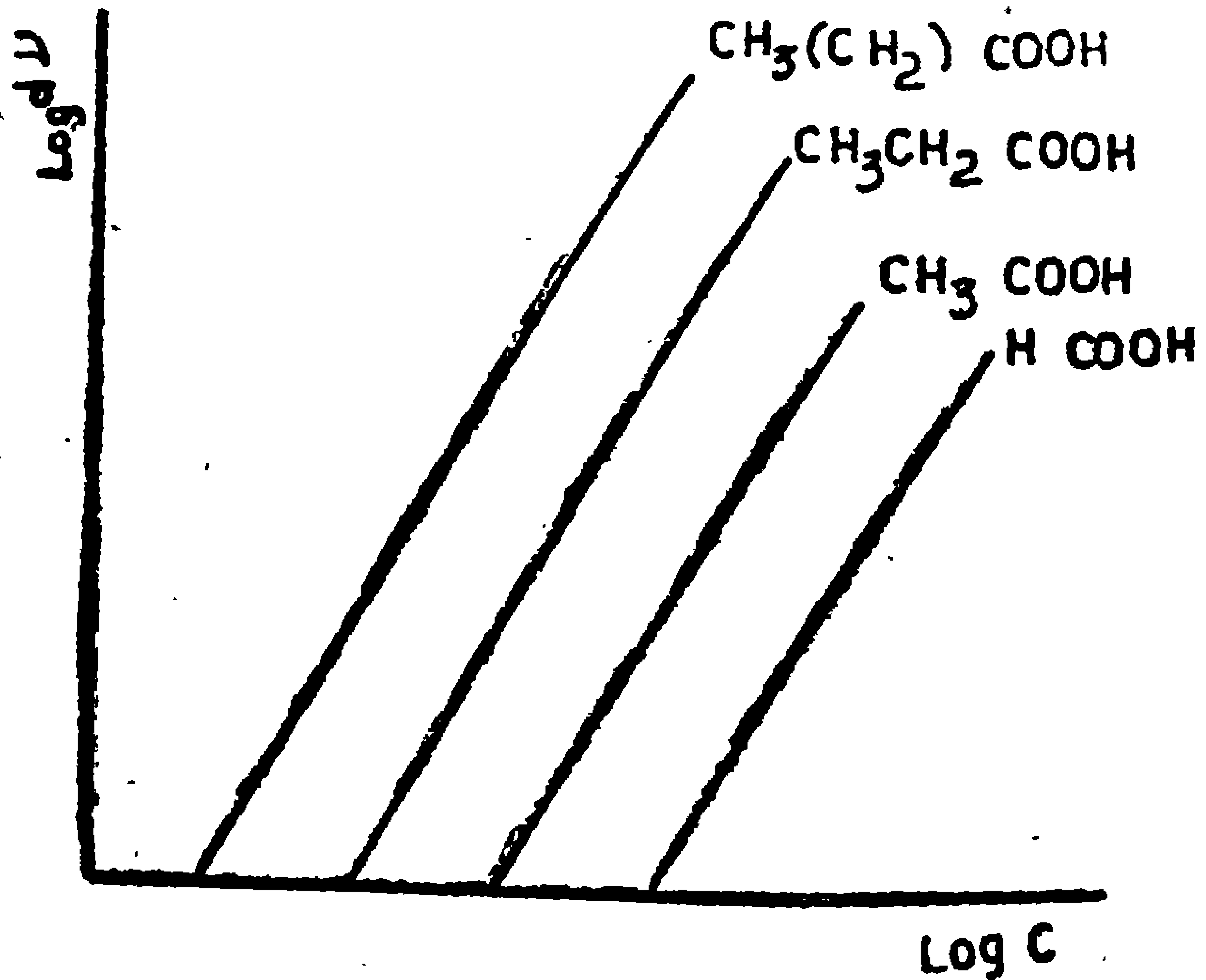
$$d\gamma = K (C)^{1/n}$$

حيث $d\gamma$ = مقدار الانخفاض فى التوتر السطحى

C = تركيز المادة المضافة لخفض التوتر السطحى بوحدات الجزىء جرام / لتر .

k, m = قيم ثابتة

ويمكن القول بأن الانخفاض فى التوتر السطحى يتناسب طرديا مع قيمة التركيز مرفوعا لقوة كسرية ثابتة لكل مخلوط . والمعادلة السابقة يمكن ان تمثل بخط مستقيم ميله ($\frac{I}{n}$) ولذلك فان الافراد المتعاقبة فى سلسلة متجانسة تمثل بخطوط مستقيمة متوازية تقريبا كما هو موضح فى الشكل (١٠)



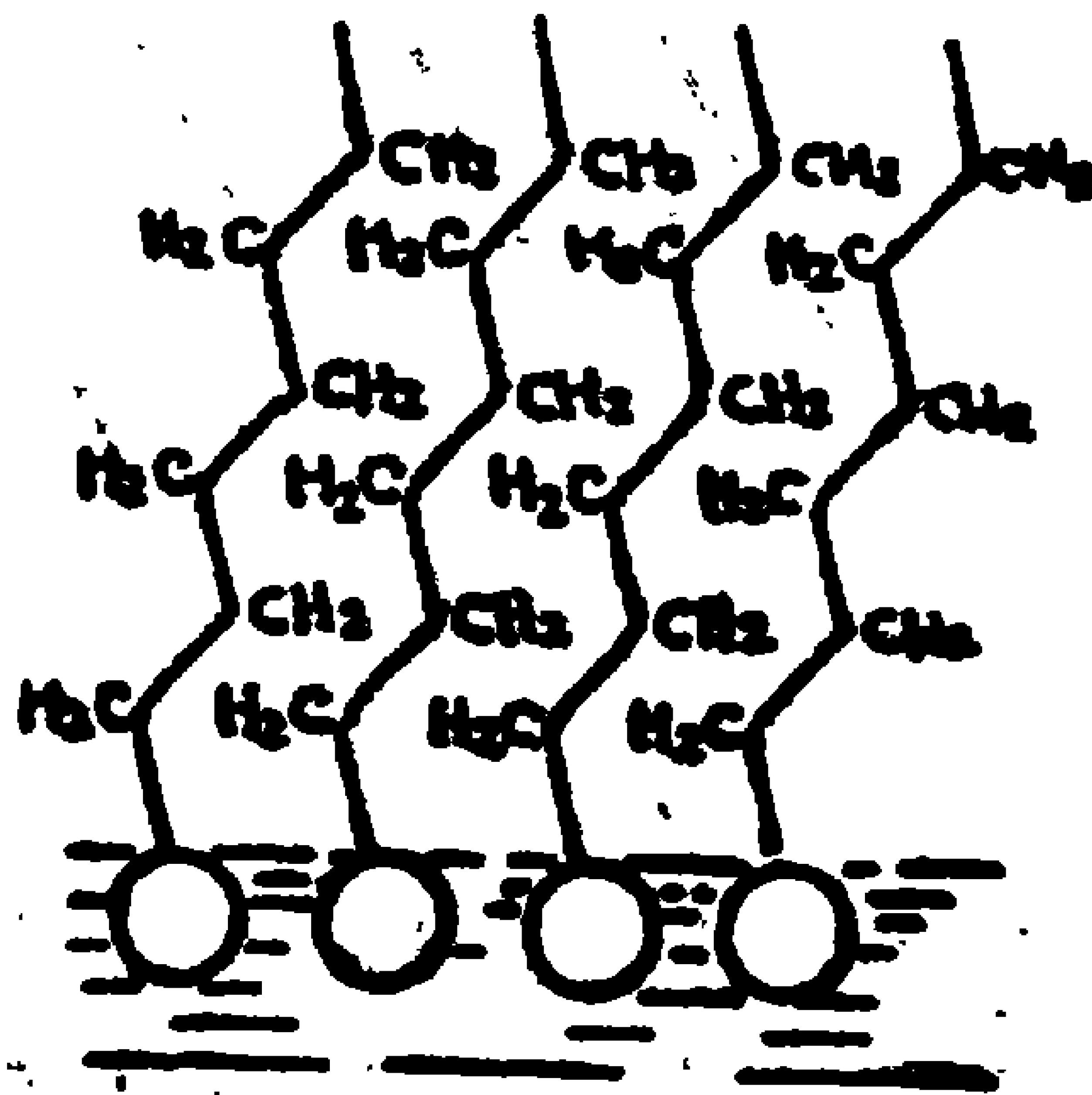
الشكل (١٠) العلاقة بين لوغاريتم الانخفاض فى التوتر السطحى ولوغاريتم التركيز (بالجزىء ملليجرام) للاحماض الكربوكسيلية

تنظيم الجزيئات فى الاغشية السطحية غير الذائبة

عند اضافة مواد شحيحة الذوبان فانها تنتشر على سطح السوائل لتكوين غشاء سمكه جزىء واحد وقد اوحظ تجريبيا أن خفض التوتر السطحى للماء نتيجة انتشار بعض المواد على سطحه يكون ضئيلا حتى يتم انتشار كمية معينة من المادة المنتشرة سطحيا مثل الزيت وعند هذا التركيز المعين يتحقق اكبر خفض فى التوتر السطحى بشكل واضح .

وفوق سطح الماء يمكن تكوين اغشية سمكها جزىء واحد من عدد من المركبات الكيميائية التى لاتذوب فى الماء مثل الاحماض الدهنية الطويلة السلسلة مثل حامض الاستياريك($C_{17}H_{35}COOH$) وحامض الاوليك($C_{17}H_{33}COOH$) او حامض الميريستيك ($C_{13}H_{27}COOH$) وكذلك الدهون مثل ثالث اوليات الجلسرين ثم بعض الاسترات مثل باليتات الايثيل ثم الكحولات مثل كحول السيتيل ($C_{16}H_{33}OH$) والاميدات مثل أميد الاستيارين ($C_{17}H_{35}CONH_2$)

وقد درس لانجمير (Langmuir) عددا من المركبات السابقة التى تحتوى على مجموعة قطبية جاذبة للماء ودرس طريقة تنظيم مثل هذه الجزئيات فوق سطح الماء وقد اوضحها كما فى الشكل (١١) الذى يمثل طريقة تنظيم جزيئات حامض دهنى ذو سلسلة هيدروكربونية طويلة فوق سطح الماء .



شكل (١١) طريقة توزيع جزيئات حامض دهنى طويل السلسلة فوق سطح الماء

المـواد النشـطة سـطحيا

النشـاط السطحى يمكن تعريفه بأنه ميل المادة المذابة لان تتركز وتتجمع عند السطح البينى والجزيئات النشطة سطحيا تتصف بتركيب كيميائى مميـزا وفى معظم الحالات يكون جزىء المواد النشـطة سطحيا مكونا من جزئين الاول جاذب للمذيب بحيث يكسب كل الجزىء القدرة على الذوبان فى المذيب بينما يكون الجزء الثانى من الجزىء طارد للمذيب مما يجعل المذيب يدفعها للخارج واذا كانت هذه القوة الطاردة كبيرة بدرجة كافية فان ذلك يجعل الجـزيئات تتركز فى الطبقة السطحية للمذيب مثل ذلك جزىء الصابون الذى له تركيب كيميائى يحقق النشـاط السطحى فبينما نجد أن الطـرف القطبى يجعل صفة الذوبان فى الماء سـائدة لكل جزىء نجد ان الطـرف غير القطبى للسـلسلة الهيدروكربونية الطويلة طاردة للماء مما يؤدى الى دفع جـزيئات الصابون لتشغل السطح البينى بين الماء والهواء أو بين الماء والزيت . وأنواع الصابون المعتادة تتركز عند السطح الفاصل بين الماء والمعادن لان المجاميع القطبية لها ميل عالى للسـطح المعدنى اكثر من ميلها للماء كما ثبت ان الامينـات ذات السـلسلة الطويلة تذوب فى الزيوت الهيدروكربونية وتتركز عنـد السطح الفاصل بين الزيت والمعدن او بين الماء والزيت الا ان جزيئات الامينات تميل اكثر الى الماء وغـيره من المذيبات القطبيـة أكثر من ميـاله نحو المذيبـات الهيدروكربونية غير القطبيـة .

المـواد ذات النشـاط السـطحى القـابلة للذوبان فى المـاء

تستخدم هذه المواد فى اغراض كثـيرة ومتعددة فهى تستخدم فى مجال التجهيز كمواد مبللة (Wetting agent) او مانعة للرغاوى (Anti - Foaming) او كعوامل استحلاب (Emulsifiers) ومنظفات (Detergent) او كمواد مشتتة (Dispersing agent) .

ويمكن تقسيم هذه المواد ذات النشـاط السطحى القابلة للذوبان فى الماء

بصـــورة عامةكمـــا يلـــى :

١ ـــ مواد ذات نشاط سطحى انيونية (Anionic Surfactants)

تتاين هذه المـــواد فى المحاليـــل المائية مكونة أنيون عبـــارة عن السلســـلة الهيدروكربونية الطـــويلة منتهية بطرف قطبى مشـــحون بشـــحنة ســـــالبة .

٢ ـــ مواد ذات نشاط سطحى كتيونية (Cationic Surfactants)

وهذه تتاين فى المحاليل المائية مكونة كتيون عبارة عن الســـلسلة الهيدروكربونية تحمل فى طرفها مجموعة قطبية مشحونة بشحنة موجبة.

٣ ـــ مواد ذات نشاط سطحى غير متاينة (Non - ionic Surfactants)

وهذه لا تتاين فى المحاليل المائيـــة

٤ ـــ مواد ذات نشاط سطحى مزدوج (Amphoteric Surfactants)

تتاين هذه المـــواد فى المحاليل المائية مكونة أما كتيون أو أنيـــون حسب درجة الاس الهيدروجينى (pH) فى المحلول .

ونظرا لاهمية هذه المواد فى مجال دراســـتنا ، فاننا سوف نتناول فيما يلى الخصـائص العامة لكل مجموعة مع سرد اهم المجموعات المكونة لها.

اولا ـــ المواد ذات النشاط السطحى الانيونية

تشمل هذه المجموعة انواع مختلفة من المركبات أهمها :

١ ـــ الصابون

٢ ـــ المواد المكبرتة

١ — الصــــابون
(Soap)

يعتبر الصابون من اقدم المنظفات وقد عرف منذ حوالى ٢٠٠٠ عام وهو عبارة عن أمــلاح قابلة للذوبان فى الماء والمحضــرة من الاحماض الكربوكسيلية طويلة السلسلة الهيدروكربونية والانواع التجارية تحضر من الزيوت النباتية وبعض الدهون الحيوانية ، وفى هذا النظام نجد ان الجزء الطارد للماء (hydrophobic) هو السلسلة الهيدروكربونية للاحماض الدهنية ، أما الراس أو الجزء الجاذب للماء (hydrophilic) فاما ايون صوديوم (Na^{+}) او أيون بوتاسيوم (K^{+}) .

ويتراوح عدد ذرات الكربون فى السلسلة الهيدروكربونية بين ١٢ — ١٨ لكل جزىء ولقد لوحظ ان الاحماض الدهنية ذات عدد اقل من ١٢ ذرة كربون تكون ذات نشاط سطحى منخفض وتتصرف فى الحمام كمتأينات بسيطة كما ان الجــزيئات الاطول فى السلسلة يكون نشاطها السطحى اقل لقلة ذوبانها فى الماء نتيجة زيادة الوزن الجزيئى ، ومن أمثلة الاحماض الدهنية المستخدمة حامض الاوريك (Lauric acid $C_{12}H_{25}COOH$ ، وحامض استياريك (Stearic acid, $C_{18}H_{35}COOH$)

طــرق تحضــير الصــابون

يحضر الصابون باحدى الطرق الآتيــة :

أ — المحايدة المباشرة للاحماض الدهنية الحرة كما فى المعادلة :

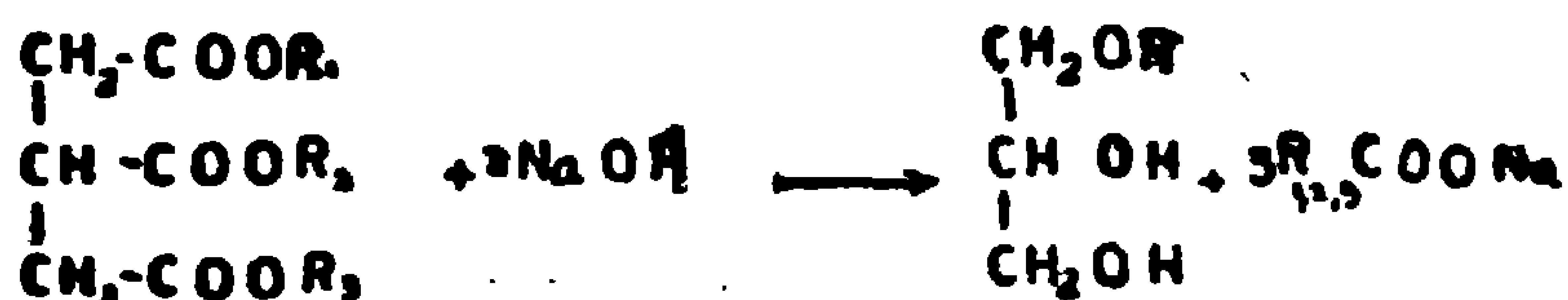


$$C_{17}H_{33}COOH + NaOH \longrightarrow C_{17}H_{33}COONa + H_{2}O$$

حامض اوليك   اوليات الصوديوم

ب — تصبين الزيوت الطبيعية والدهون، والاخيرة هى ثلاثى الجلسريد (Triglycerides) للاحماض الدهنية حيث ان R_1, R_2 and R_3

عبارة عن مجموعات الكيل (alkyles) مختلفة ، بالغليان مع هيدروكسيد الصوديوم أو البوتاسيوم وينتج عن ذلك خليط من الصابون والجلسرين ، كما فى المعادلة :



وهناك مصادر متعددة للزيوت والشحومات المستخدمة فى صناعة الصابون ومن أهمها مايلى كما فى الجدول (٦)

جـــدول (٦)

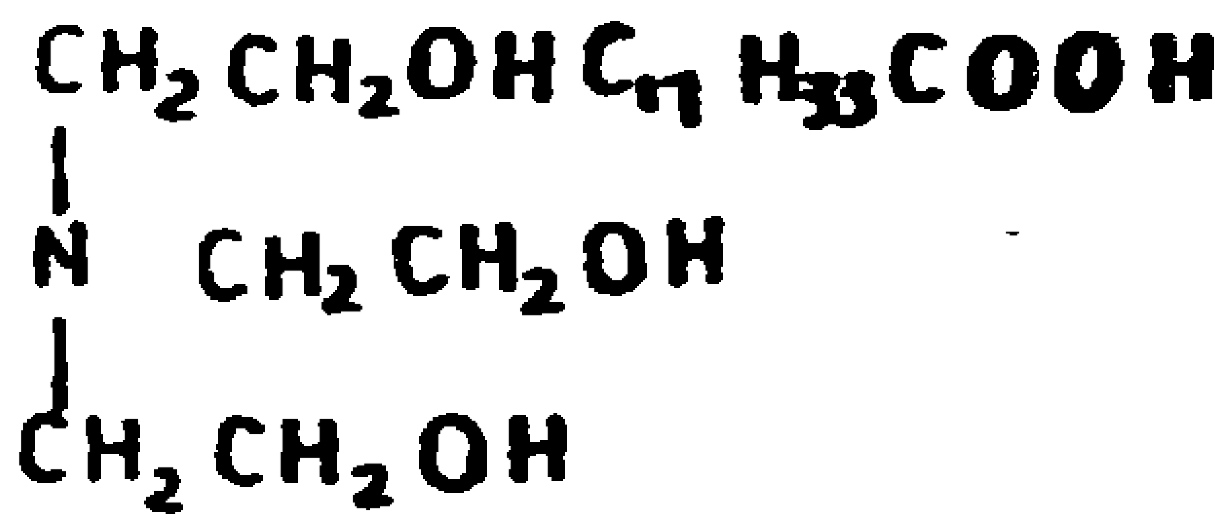
الرمز الكيميائى	الاســم	المصــدر
$C_{11}H_{23}COONa$	لوريات الصوديوم	من زيت جوز الهند وزيت جزع النخيل
$C_{13}H_{27}COONa$	ميريستات الصوديوم	
$C_{15}H_{31}COONa$	بلميتات الصوديوم	زيت النخيل والشحم الحيوانى (tallow)
$C_{17}H_{35}COONa$	استيرات الصوديوم	

هذه المجموعة تمثل الاحماض الدهنية المشبعة ولكن هناك بعض الاحماض الدهنية الغير مشبعة مثل :

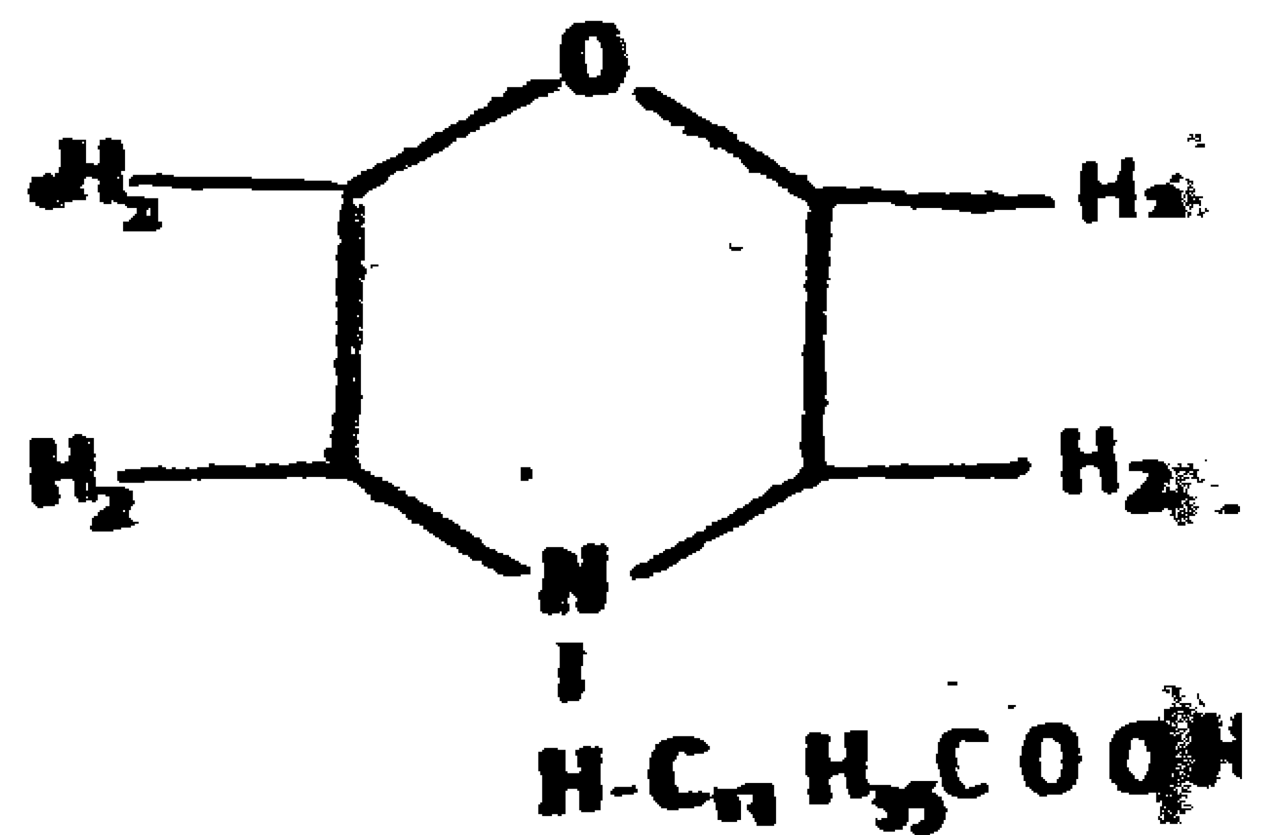
الرمز الكيميائى	الاســـــم	المصـــــدر
$C_{17}H_{33}COONa$	اوليات الصوديوم	الشحم الحيوانى-زيت الزيتون
$C_{17}H_{32}(OH)COONa$	ريستوليات الصوديوم	زيت الخروع

صـــابون الاميـنـــات (Amine Soap)

صابون الامينات ليس صابون بالمعنى المعروف ولكنها مركبات امينيـــة مســـتبدلة ذات قـلوية عالية مثـل تراى ايثـانول امــين (triethanol amine) والمورفين (morophine) مع الاحماض الدهنيـــــــــــة .



اوليات التراى ايثانول امين



استيارات المورفين

وصابون الاميـنـــات له رغوة ملحوظة وقدرة اســتحلاب عالية ويستخدم فى مواد التجميل كما يستعمل صابون المورفين فى ورنيشات الســيارات وفى الجلود لاكسـاب خاصية طــرد الماء وفى العــديد من الاغراض الاخـــــرى .

وتعزى القدرة العالية على التذظيف لمركبات الصابون الى طول السلسلة المستقيمة غير المتفرعة وكذلك ميل الصابون لان يتحلل فى الماء مما يؤدى الى تكون طبقات سطحية متبادلة من الاحماض الدهنية والصابون .

والصابون ، كما سبق ذكره ، عبارة عن شق طويل هيدروكربونى لحامض دهنى طارد للماء وعليه راس متأينة مثل الصوديوم او البوتاسيوم المحب للماء

والصفات المكتسبة للصابون لا تخضع فقط للشق الهيدروكربونى انها ايضا للشق القلوى كالاتى :

ا ــ الشق القلوى

يمكن تحضير صابون مختلف الصفات باستخدام نفس الحامض الدهنى ولكن بتغير الشق القلوى باستخدام ايونات الليثيم أو الصوديوم أو البوتاسيوم .

فالصابون الصوديومى يستخدم عادة فى الأغراض العامة والمتعددة مثل صابون الغسيل بينما صابون البوتاسيوم فانه يستخدم فى حالات خاصة لانه يمتاز بنعومته واذابته العالية عن الصابون الصوديومى ، وهناك أيضا صابون المعادن الارضية (Alkaline earth) مثل صابون الكالسيوم والماغنسيوم وصابون المعادن الثقيلة مثل صابون الرصاص والكوبلت وهذا الصابون ليس ذات نشاط سطحى نظرا لاذابتهما المنخفضة جدا ويستخدم كمادة ممتازة لطرد الماء كما يستخدم بعضها كمادة تجفيف فى البويات والورنيش .

ب — الشـــق الهيدروكربونى

وبالنسبة للشق الهيدروكربونى فان الصابون المحضر من الدهون مثل الشحم الحيوانى ينتج عنه صابون اشد صلابة عن الصابون المحضر من الزيوت مثـل زيت الزيتون ، كما ان الصابون المحضر تجاريا قلما يتكون من حامض دهنى واحد انما من خليط من الاحماض الدهنية مثل تراى جلسريد كما ســـــــبق .

عيـــــوب الصـــابون

بالرغم من كثرة استخدامات الصـــابون فى مجالات متعددة فان هناك بعض العيوب التى يمكن تلخيصها فيما يلى :

١ — تكوين صابون غير ذائب للكالسيوم والماغنسيوم مع الماء العسر وهو راسب اصفر يؤثر على الملمس وينتج عنه مشاكل فى الصناعة خاصة عند الصباغة حيث ينتج عنه صباغة غير متجانسة .



$$2\,C_{17}H_{35}COONa + Ca^{++} \longrightarrow (C_{17}H_{35}COO)_2Ca + 2\,Na^{+}$$

٢ — تكوين صابون المعادن الثقيلة مع املاح هذه المعادن مثل الحديد التى تكون ذائبة مع الماء او مواد التلوث او محاليل المعالجة .

٣ — عدم قدرة الصابون على مقاومة الاحماض .



$$C_{17}H_{35}COONa + HCl \longrightarrow C_{17}H_{35}COOH\uparrow + NaCl$$

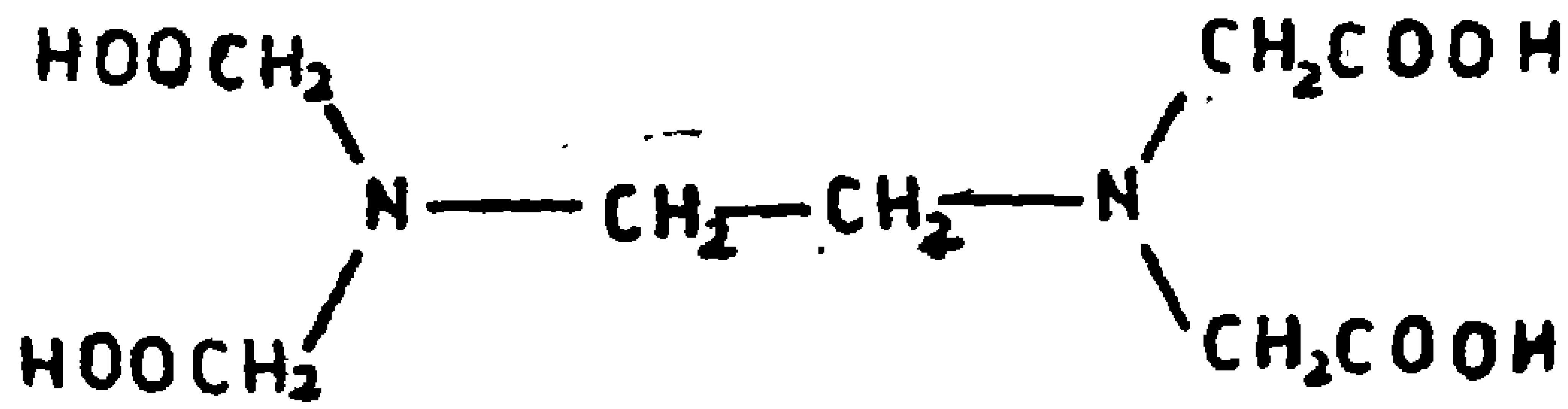
٤ — تكسد الصابون المصنع من الاحماض الدهنية الغــير مشبعة بالتخزين وتتزنخ . وبالرغم من ذلك ، فان هناك بعض الطــرق التى يمكن بها معالجة او تقليل هذه العيوب وهى :

أ — اضافة املاح الفوسفات أو السليكات التى تكون مع الكالسيوم أو الماغنسيوم مركبات مخلبيه معقدة (Squestering agent) والتركيز المناسب لهذه المادة هو حوالى ٢٠٪ ، الا ان هذه المواد غالية الثمن نسبيا .

ب — اضافة كربونات الصوديوم التى تكون كربونات الكالسيوم وهيدروكسيد الماغنسيوم الا انه يلزم ان يضاف هذا الملح قبل المعالجة بعشرة دقائق لاتاحة الفرصة لتكوين جزيئات كبيرة غير ذائبة وتترسب .

جـ — اضافة مادة (E. D. T. A.)

وهى مادة (Ethylene diamine tetraacetic acid)



وهذه يمكن خلطها بالصابون

الصابون المستخدم صناعيا

هناك بعض الخواص التى يجب أن توضع فى الاعتبار عند إختيار الصابون للأغراض الصناعية وهى :

أ — درجة التجمد (Titre point)

وهى الدرجة التى يتجمد عندها الاحماض الدهنية بعد

تكسير الصابون والذابية وهى تختلف من حامض دهنى لآخر ومن هذه الأمثلة :

حامض اللوريك	٤٤°م
حامض ماستك	٥٤°م
حامض بالتيك	٦٢°م
حامض استيارك	٧١°م

فعند درجات الحرارة العالية تكون محاليل الصابون صافية وعند التبريد تبدأ هذه المحاليل تتعكر عند درجة حرارة معينة وهى تقريبا درجة التجمد .

ب — الرقم اليودى (Iodine - Value)

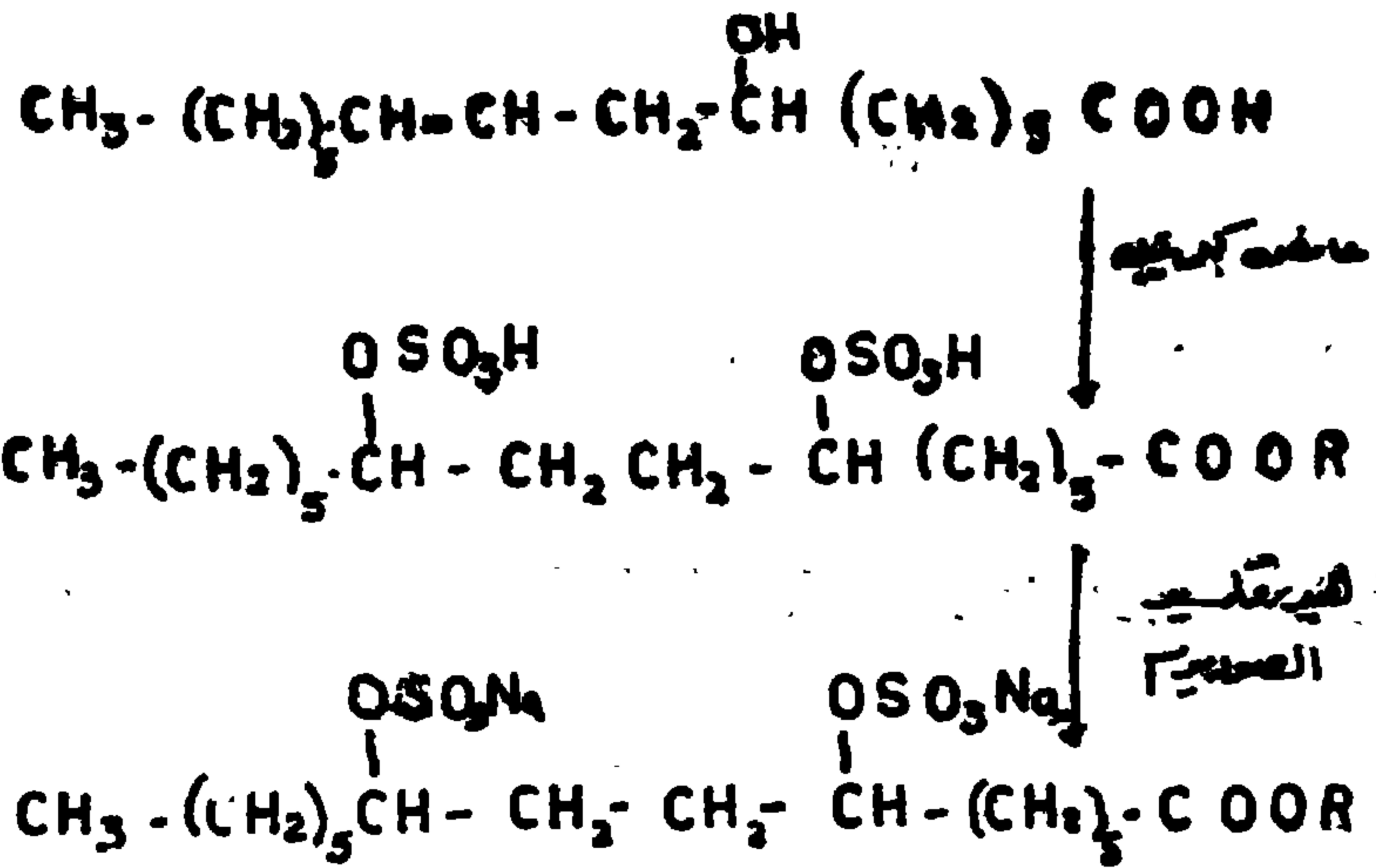
وتعرف بعدد وحدات اليود التى تمتص بواسطة ١٠٠ وحدة من الاحماض الدهنية وهى مقياس لدرجة عدم تشبع الاحماض الدهنية المستخدمة . فالقيمة العالية تدل على قابلية الحامض الدهنى للأكسدة .

والقيمة اليودية المناسبة هى فى حدود ٩٠.

٢ — المركبات المكبرتة
Sulphated and Sulphonated Compound

بدأ التفكير فى ادخال مواد ذات نشاط سطحى بديلة للصابون بحيث لا تتأثر بعسر الماء أو الاحماض الخفيفة للاغراض الصناعية وكانت أولى هذه المحاولات هو سلفنة زيت الخروع بحامض كبريتك المركز

لانتاج زيت الاحمر التركى (Turkey Red Oil)* وكان ذلك فى القـرن التاسع عشر الميلادى وقد سمى ناتج السلفنة بهذا الاسم نظرا للونه المقـارب لعـرف الديك .



حيث ان R تمثل الجلسرين

وناتج السلفنة والتعـادل اقل تأثرا بالمـاء العسر والاحمـاض الخفيفة من الصابون وله خواص محابة ناشرة .

وهذه المركبات مواد انيونية تتكون من شـقين الشق الذى يقوم بعملية تقليـل التوتر السـطحى هو الشـق الانيونى وعايـه تسمى بالمركبات الانيونية ومن امثلة الشق الهيدروفيلك او الجانب للماء مايلى:



$[R.SO_3]^- Na^+$

سـلفونات



$[R.O.SO_3]^- Na^+$

سـلفات

---

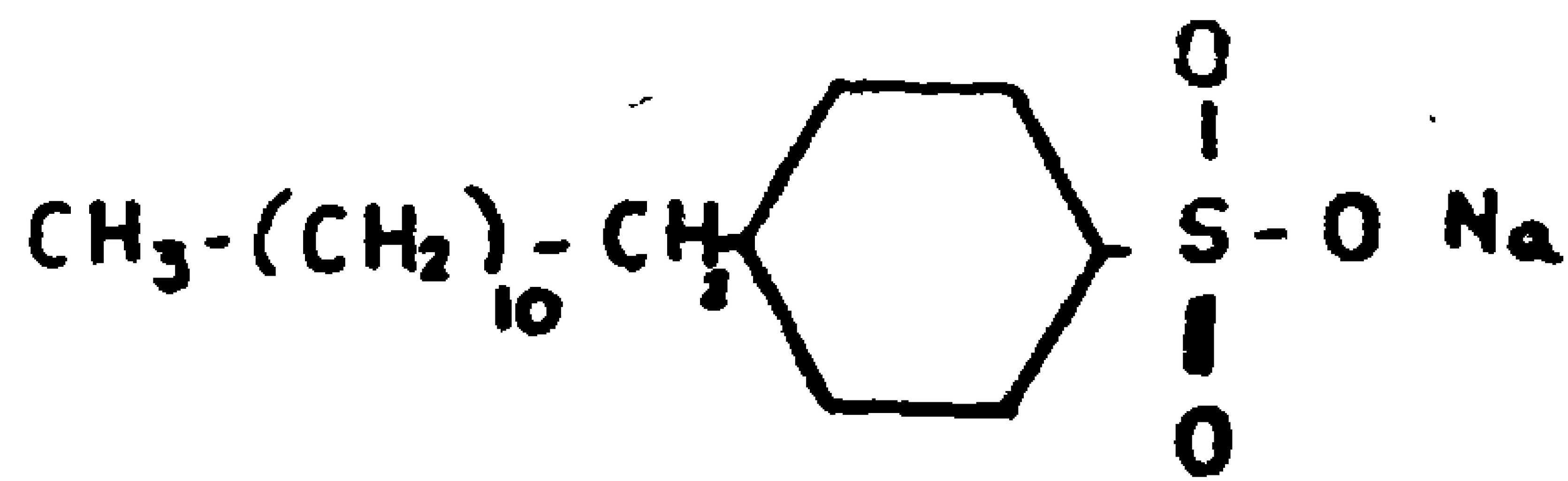
* جائت هذه التسمية نتيجة لان هذه الزيوت المكبـرته كانت تستعمل فى صباغة الاحمر التركى المستخدمة فيه صبغة الاليزارين .

ومن أمثلة هذه المركبات مايلى :

أ — سلفونات الالكيل اريل
ب — سلفات الكحولات الدهنية
جـ — سلفنت الاوليفين
د — سلفات احدى الجلسريدات
هـ — سلفات الاثير
و — سلفونات الكين

أ — سلفونات الالكيل اريل (Akyl - aryle Sulphonates)

تمثل هذه المجموعة اكثر من نصف الانتاج العالى من المنظفات الصناعية واشهر مركبات هذه المجموعة هى مادة سلفونات الدوديسيل بنزين (Sodium dodecyl benzene Sulphonate) وتركيبه الكيميائى كالآتى :



ويحضر هذا المركب بتجميع مادة البروبيلين ثم تكثيفها مع البنزين فى وجود مادة الهيدروجين فلوريد أو كلوريد الالومنيوم كعامل مساعد للتكثيف .

ونواتج التجمع لجاميع الالكيل تحتوى فى الغالب على مخاوط من مشتقات الكيلية للبنزين بعضها له سلسلة متفرعة وكلها تحتوى على عددا من ذرات الكربون يتراوح بين ١٠ — ١٥ ذرة كربون فى السلسلة

الالكيلية والوزن الجـــزيئى المتوسـط ٢٤٦ وهـــو نفس الوزن الجزيئى لمشتق الدوديسـيل بنزين . ومشـتقات الالكيل بنزين الناتجة يمكن تحويلها الى المشـتقات السلفونية بمعاملتها بحامض الكبريتيك المركز التجارى ثم يعادل الناتج بواسـطة هيدروكسـيد الصوديوم لانتاج ملح الصوديوم المقابل وينتج المركب تجاريا مخلوطا مع نسبة كبريتات الصوديوم لا تقل عن ١٥ ٪ وتختلف النسبة باختلاف طريقة التحضير ومركب الدوديسيل بنزين ســـلفونات هو المادة الفعالة فى كل مساحيق المنظفات الصناعية المعروفة محاليا وعالميا ، فهذه المادة لهـــا قدرة عالية على خفض التوتر السطحي للماء بتركيزات مختلفة كما فى الجدول (٧)

جـــــدول (٧)

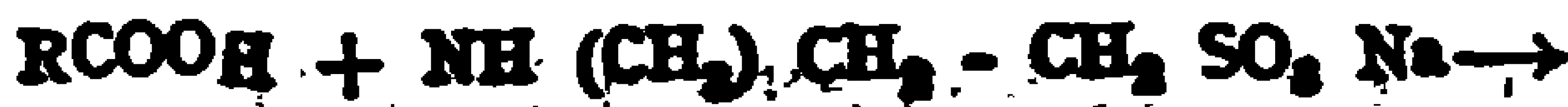
تركيز المادة	التوتر السطحى عند ٢٥ °م بوحدات داين/سم	
٪	ماء مقطر	ماء عسر
١٠٠ر	٦٦	٤٨
١٠ر	٣٨	٣٣
١ر	٢٨	٢٧
٥ر	٢٩	٢٨

وبالاضافة الى مشتقات ســـلفونات البنزين الالكيليـــة فانه يمكن أن تحضر مجموعة ثانية من مشـتقات الســـلفونات وذلك بمعاملة منتجات زيت البترول بحامض الكبريتك المركز فتنتج مشـتقات سلفونية دهنيـــة أو عطرية ويلاحظ انه ينتج طبقتين ــ طبقة مائية وأخـــرى زيتية ــ ويحتوى كل منهما النـــواتج التى تذوب فيها وتسمى الســـلفونات الذائبة فى الطبقـــة الزيتية

باحماض الماهوجنى (Mahogany Oils) بينما السلفونات الذائبة فى الطبقة المائية تسمى الاحماض الخضراء (Green Oils) وذلك تعبيرا عن لون كل منهما .

وتستخدم المشتقات الذائبة فى الزيوت على صورة أملاح صوديوم أو كالسيوم لمقاومة الصدأ ، أما مشتقات السلفونات الذائبة فى الماء فانها تستخدم فى تجهيز المساحيق المبللة كما أن هناك مجموعة ثالثة من مشتقات السلفونات التى تحضر بتفاعل الاحماض الدهنية مع بعض المركبات العضوية السلفونية مع سلاسل هيدروكربونية قصيرة تعمل كجسر بين السلسلة الهيدروكربونية الطويلة المستقيمة وبين مجموعة السلفونات القطبية .

ومن أمثلة ذلك ناتج التفاعل الآتى (وهو تفاعل منظفات الايجيبول (Igepon)



$$RCOOH + NH(CH_3)CH_2 - CH_2SO_3Na \rightarrow$$

حامض دهنى ميثيل تيورين



$$RCON(CH_3)CH_2 - CH_2 - SO_3Na + H_2O$$



$$R.COOH + HOCH_2 - CH_2 - SO_3Na \rightarrow$$

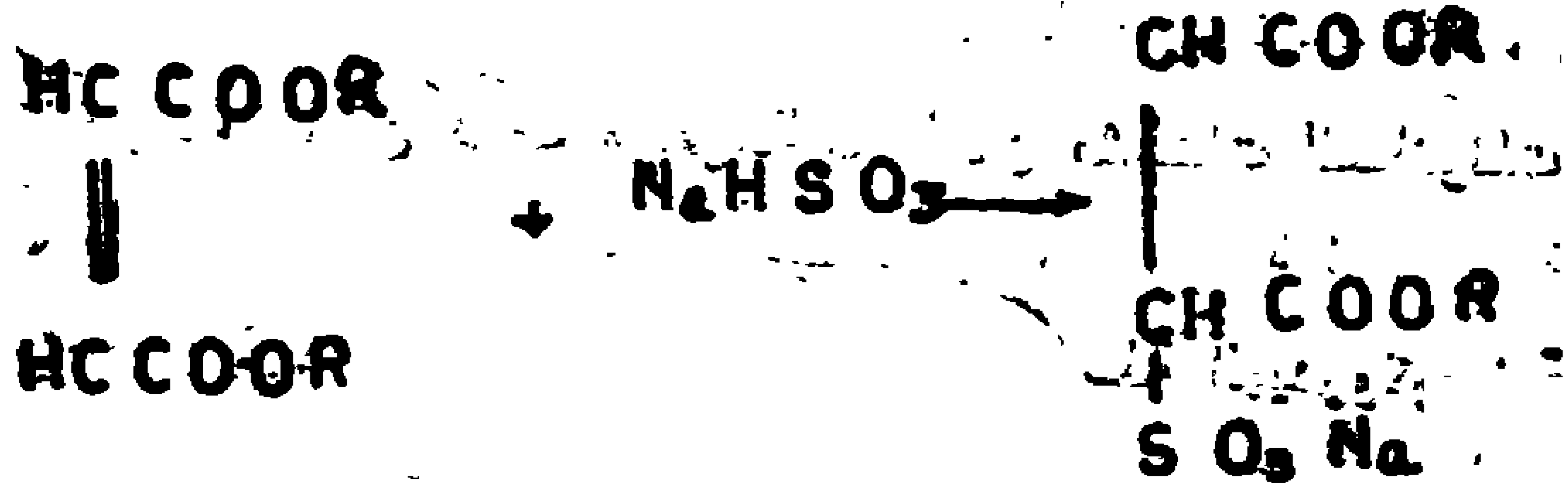


$$RCOOCH_2CH_2SO_3Na + H_2O$$

حيث R سلسلة هيدروكربونية طويلة للحامض الدهنى وأن نوع الايجيبون (Igepon) التجارى يتوقف على نوع الحامض الدهنى ومواد السلفونات من نوع الايجيبون خاصة الاميدية منها تقاوم التحلل المائى وهذه النواتج عموما تصلح كمواد مساعدة فى عمليات التبييض وعمليات الصباغة والتجهيز فى صناعة النسيج .

والمجموعة الرابعة من مشتقات السلفونات يتم الحصول عليها من استرات الالكيل لملح الصوديوم مع حامض السلفوسكسينيك

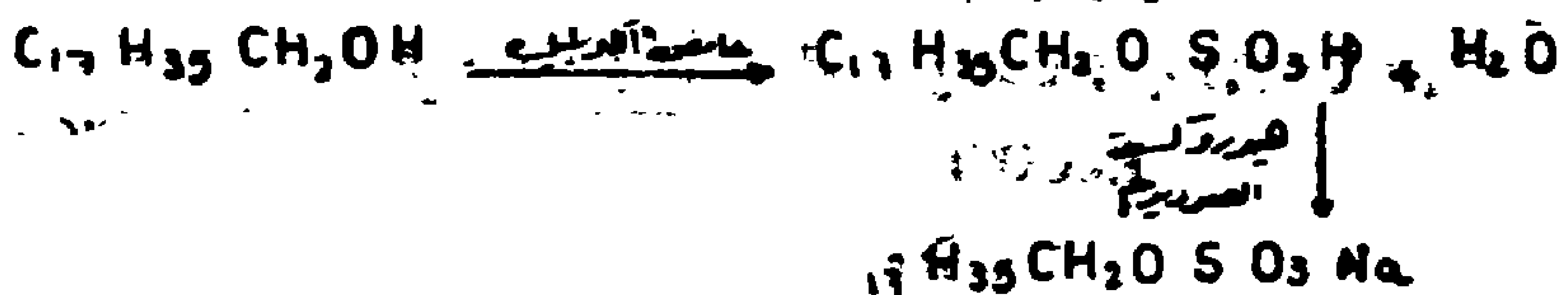
(Sulpho - Succinic acid) وهـى تحضر بتحـول حامض المليـك الى استر ثنائى مع احد الكحولات المناسبة ثم يسخن الاستر النـاتج مع محلول مائى مركـز من ثانى كبرتيت الصـوديوم الهيدروجينية كما فى المعـادلة حيث R هى سلسلة الكيلية .



ومن هذه المجموعة مركب Aerosol OT حيث R هى (C_8H_{17}

ب — سـلفونات الكحولات الدهنيـة

عند سلفنة الكحولات الدهنية تحصل ايضا على مركبات اينونية ذات نشاط سطحى مثل الاجيبول كما فى المعادلة :



ومن هذه المركبات الزيت الاحمر التركى والاجيبتول (و.١) والادنسيسول Adousisol UF التى تنتجه شركة النشا والخميرة كما تستخدم كبريتات الأكيل الناتجة من معادلة الكحولات الناتجة من هدرجة زيت جوز الهند فى عدة اغراض متصلة بدهان الشعر وادوات التجميل وتستخدم لهذا الغرض املاح الصوديوم لهذه الكبريتات الالكيلية وكبريتات الكحولات المتفرعة من السلسلة الهيدروكربونية تصلح كمواد مبللة فعالة وتزداد قدرتها كلما طالت السلسلة او السلاسل الهيدروكربونية او زادت عدد ذرات الكربون فى الجزىء وتمتاز المواد الانيونية بانها رخيصة الثمن .

ثانيا : المواد ذات النشاط السطحى الكاتيونية
(Cationic Surfactants)

تشمل هذه المجموعة المركبات الآتيـــة :

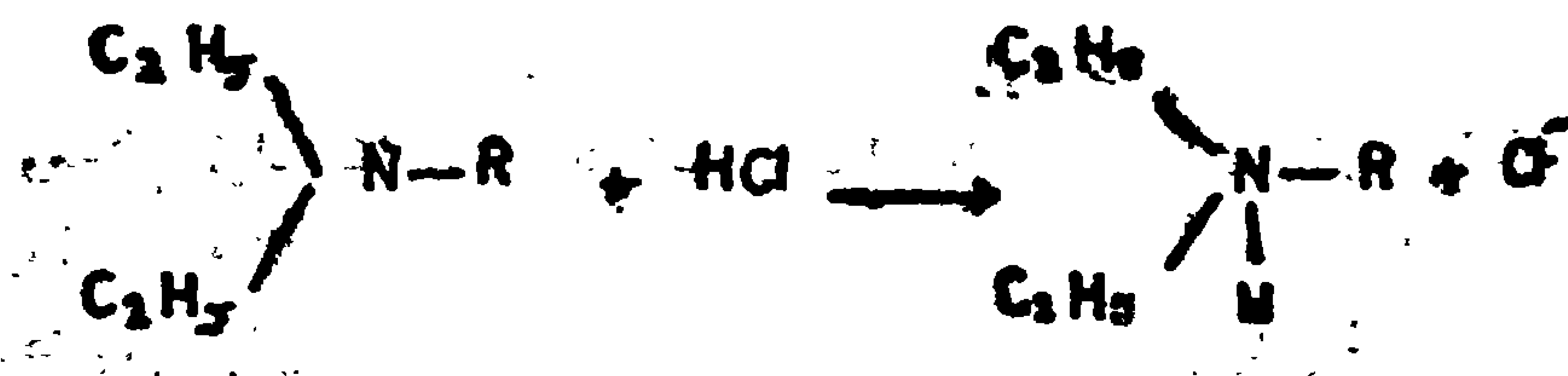
١ ـــ املاح الامونيوم الرباعية (Quaternary ammonium Salts)
٢ ـــ مركبات البريدين Pyridinium Compounds
٣ ـــ الامينات الاوليـــة او الثانوية او الثـــالثية الطويلة للســـلسلة الهيدروكربونية .

والتركيب الكيميائى لهذه المجموعة يمكن تمثيله كالآتى :



فى هذه المجموعة نجد أن الشق الكاتيونى هو المسئول عن خواص المواد الكاتيونية وعليه تسمى بالمركبـــات الكاتيونية وهذه المركبات عليها شـــحنة موجبة يمكنها ان تتفاعل مع اى آثار للصابون او مواد انيونية اخـــرى مكونا بذلك مركبات معقدة لا تتاين فى الماء ولكنها تترسب .

ومركبات املاح الامونيـــوم الرباعية قابلة للذوبان فى المـــاء فى اى اس هيدروجينى (pH) وتكون كاتيونا موجبا اما مركبات الامينات فتذوب فى الماء فى وسط حامضى فقط حيث تتأين الى كاتيون موجب كما فى المعادلة :

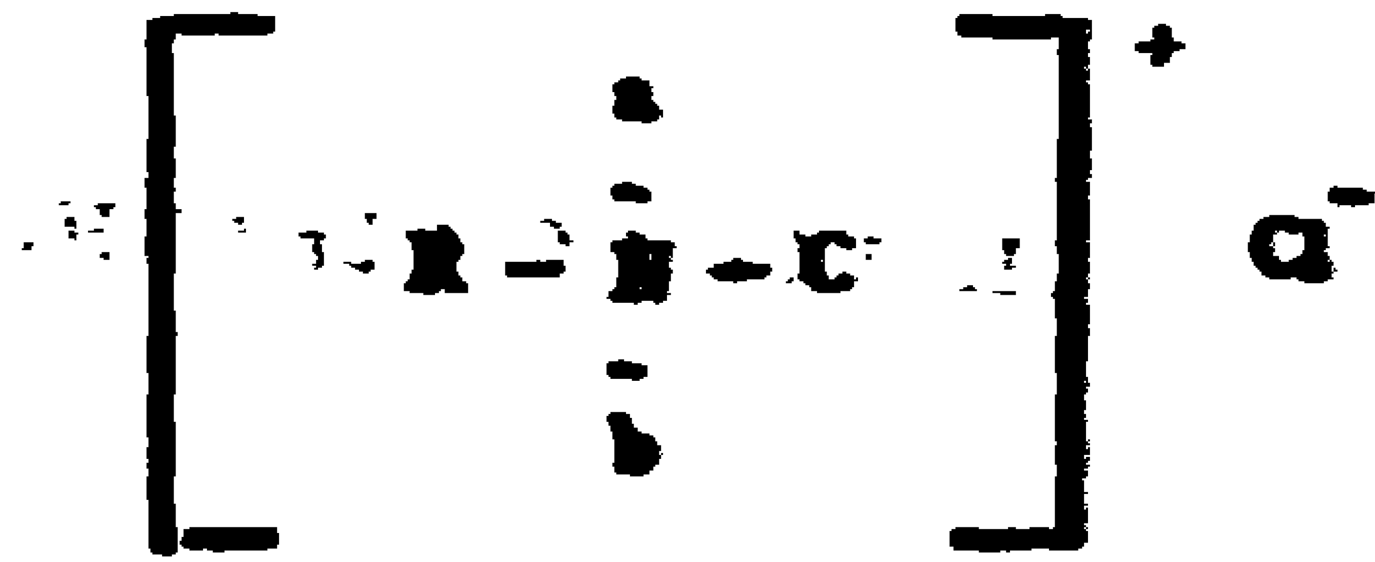


وانتاج المواد الكاتيونية واستخدامها كان أصـــلا لكي تستخدم كمادة مطهرة (Germicide) وكمادة ضد البكتــريا (Fungicide) مما دعى العلماء الى تطوير طرق انتاجها وانتاج انواع كثيرة منها الامر الذى ساعد فى أختيـــار مجموعة منها كمساعدات فى عمليـــات تجهيزات النسيج مثل مادة زيلان (Zelan) لشركة دى بونت (Du Pont)

ولقد لوحظ ان المواد الكاتيونية تكسب الخامات السليلوزية نعومة فائقة شبه دائمة حتى فى حالة التركيزات المنخفضة ، وهذه الخاصية ترجع الى أن القماش يتغلف بطبقة رقيقة من المادة الكاتيونية الامر الذى يقلل من الاحتكاك بين الخيوط أى تعمل عملية تزييت للخيوط وامتصــــاص المواد الكاتيونية على القماش لا يرجع إلى كونها ذات نشاط سطحى بل لانها تتفاعل مع السليلوز كما سبق ، فعند غمر الخامات السليلوزية فى الماء يتكون طبقة من الشحنات السالبة على سطحه وبالتالى فان جزيئات المواد الكاتيونية تسحب بشدة من محلولها المائى لتمتص سطحيا على السطوح الملامســـة للمحلول المائى وهى تفوق فى ذلك ميل المواد الانيونية الى الامتصاص السطحى .

وهناك استعمال آخر للمواد الكاتيونية وهو زيادة ثبات الالوان المباشرة على الغسيل ، فمن المعــروف أن هذه الالـــوان انيونية لوجـــود مجموعة السلفونيك ($-SO_3H$) السالبة وكثيرا من هذه الصبغات قليل الثبات للغسيل على القطن اذ ينضح القماش المصبوغ فى الماء وقد وجد انه بمعالجة المصبوغات بالصبغات المباشرة ذات الثبات المنخفض بالمواد الكاتيونية ينتج عنها ملح غير ذائب به شق دهنى كبير يحسن من ثبات هذه الالوان على الغسيل ويقلل من النضوح فى الماء إلا ان هذه العملية لا تقلل من نضوح الصـــبغات المباشرة فى عملية الغســـيل بالصابون .

ومعظم المواد الكاتيونية ذات النشـــاط السطحى المســـتعملة فى عملية اكساب الاقمشة القطنية نعومة الملمس تشابه المواد الانيونية فى احتوائها على شق دهنى كبير بالرغم من اختلاف الشحنة كما فى التركيب الكيميائى :



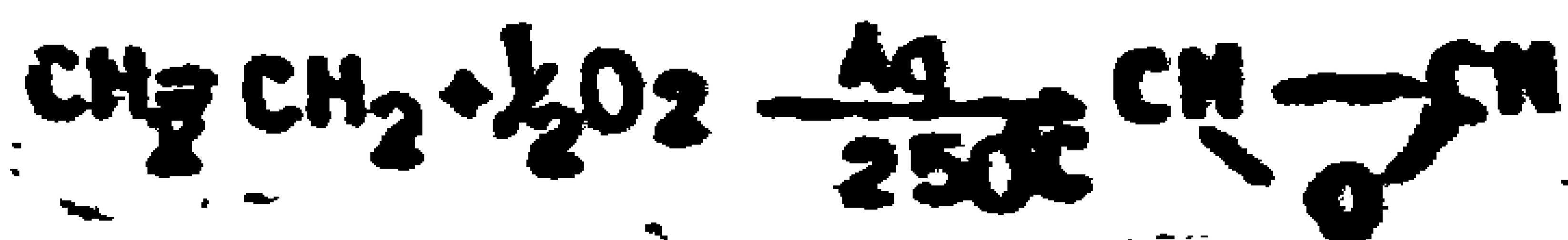
حيث أن R شق دهنى يحتوى على ذرات كربون من ١٢ — ١٨ وأن a,b تمثل مجموعات الكيل بسيطة مثل (CH_3-) .

ورغما عن أن الشق الدهنى يلعب دورا كبيرا فى فاعلية الموادالكاتيونية الا أن شق الالكيل (a,b) له دورا هاما ايضا كما هو الحـــال فى المواد الانيونية

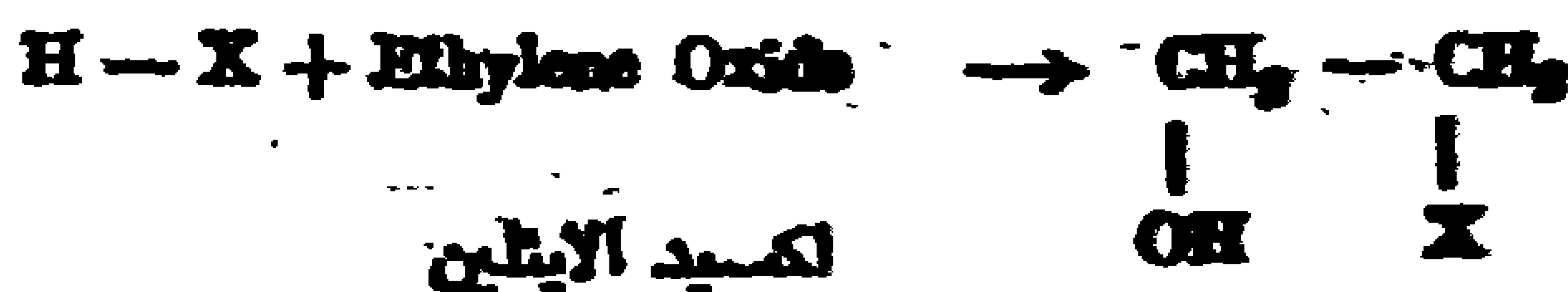
ثالثا — المـــواد الغيـر ايونيـــة
(Non-ionic Surfactants)

المواد ذات النشاط السطحى الغـــير انيونية مواد غير متاينة فى المـــاء بعكس المواد الانيونية والكتيونية وهى عبارة عن كحولات دهنيـــة أو الكيل الفينول مع اكسيد الاثيلين (Ethylene oxide) الذى يتفـــاعل مع هذه المركبات مكونا مواد عديدة لها القدرة على التنظيف والبلل والاستحلاب مثل المـــواد الانيونيـــة .

ويلعب اكسيد الاثيلين دورا هاما فى خواص هذه المواد ويحضر بالاكسدة الجوية للاثيلين فى وجود الفضة كعامل مساعد عند حـــوالى ٢٥٠°م وتحت ضغط كما فى المعـــادلة :



واكسيد الاثيلين مادة شديدة التفاعل ويمكن أن تتفاعل تحت أى ظروف مع المركبات التى تحتوى على ذرة هيدروجين نشطة كما فى المعادلة :



حيث أن x تمثل أحدى هذه المجموعات الآتيـــة

OH ' OR ' Cl ' Br ' NH_2 ' NHR

تحضيـــر المـــواد الغـــير انيـــونية

من أهم المواد الاولية التى تستخدم على المستوى التجارى لتحضير هذه المواد هى مادة الكيل الفينول التى تتفاعل مع اكسيد الاثيلين وتعطى مجموعة كبيرة من المركبات كما فى المعادلة :

$$R\text{-}C_6H_4\text{-}OH + CH_2\text{-}CH_2(O) \longrightarrow R\text{-}C_6H_4\text{-}O\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}O\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}\cdots\text{-}O\text{-}CH_2$$

وعلى سبيل المثال ، فان نونيل الفينول $C_9H_{19}.C_6H_4-OH$ Nony Phenol تعطى ١٢ نوع من المنتجات المختـــلفة والتى تبدأ من مركبات تشبه الشـــمع وتذوب فى الزيت وتحتوى ١٪ وحدة أكسيد الايثلين الى مركبات تذوب فى الماء وتحتوى على ١٠٠ وحدة اكسيد الايثلين فى الجزىء الواحد .

ومن هذه المركبات التى تستخدم فى الصناعة مادة اجيبتول ب . ل . م (النشا والخميرة والمنظفات) ومادة انتروكس (شركة جاف GAF) وتوجـــد مجموعة أخرى ذات اهمية تجارية هى كحولات الاحماض الدهنية مع اكسيد الايثلين وتستخدم كمواد بلل متاينة وكذلك كمنظفات صناعية .

وهناك أيضا الكيل مركبات الكبريت (Alkyl mercaptants) التى تتفاعل ايضا مع اكســـيد الايثلين مثل دوديثيـــل المركبتان (Dodecyl - mercaptants) وتعطى قطفات ذات نشاط سطحى .

كما يتفاعل اكسيد الايثلين مع المواد عديدة الهيدروكسيل مثل ايثلين جليـــكول كما فى المعـــادلة .

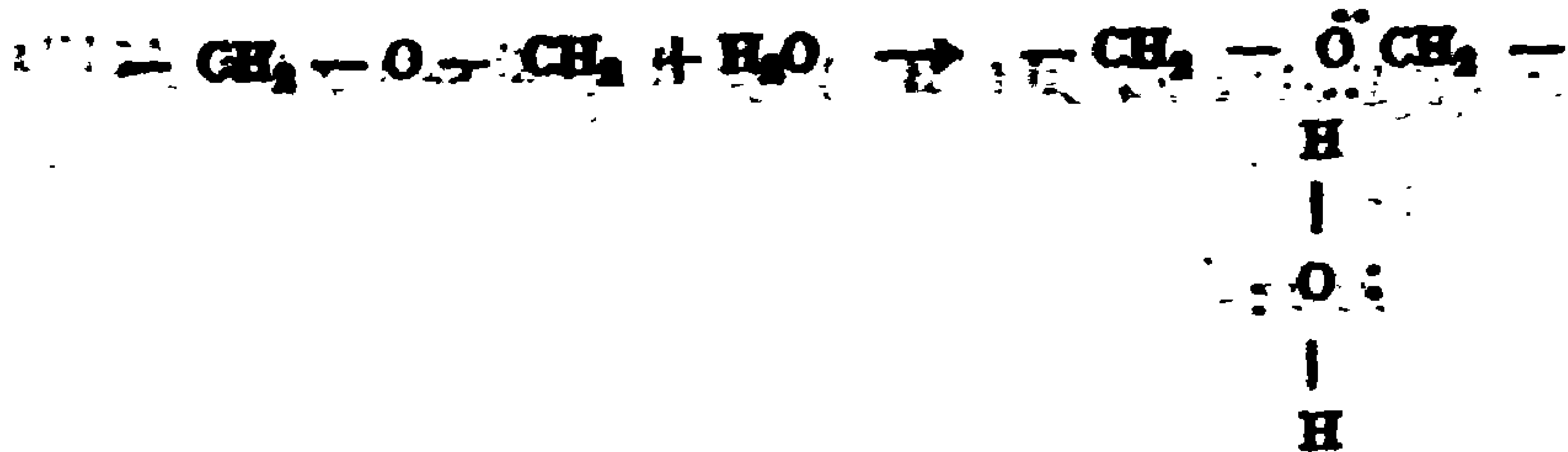


$OHCH_2\ CH_2.\ OH +$ Ethylene oxide $\rightarrow OH.\ CH_2CH_2(CH_2CH_2O)_nOH$

وينتج لانتاج عديد من المواد الذائبة فى الماء والتى تعطى منظفات صناعية جيدة لا تكون رغوة وتختلف درجة اذابتها حسب عدد مجموعات اكسيد الايثلين الموجودة .

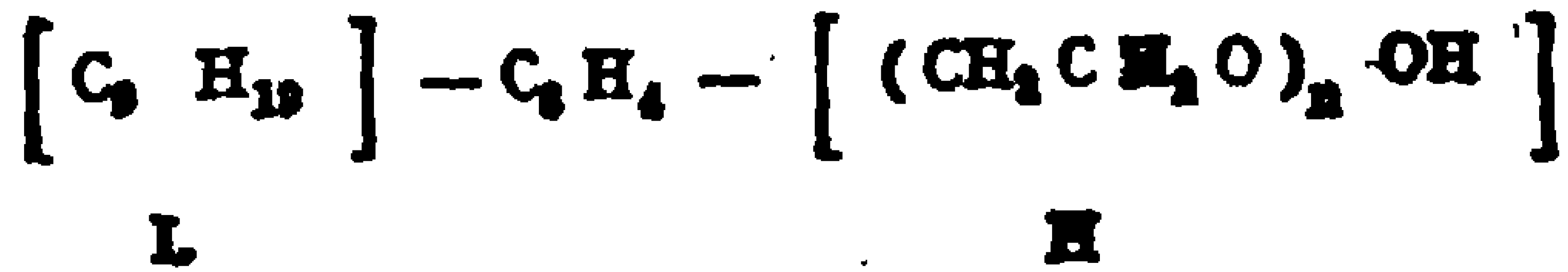
اذابة المواد الغير ايونية فى الماء (Water Solubility)

تتحدد اذابة مشتقات عديد اكسيد الايثلين بقابلية الاكسجين الموجودة فى رابطة الاثير لتكوين رابطة حرة مع الماء عن طريق الرابطات الهيدروجينية كما فى المعادلة :



حيث يتكون الهيدرات الاولى (Primary hydrates) الذى يكون على استعداد للمشاركة مع جزىء ماء آخر وتكون النتيجة تكوين مركب هيدراتى كبير محاط بغطاء من جزيئات الماء التى تصل الى حوالى من ٢٠ — ٣٠ جزىء الى كل ذرة اكسجين مكونا الهيدرات الثانوية ، والهيدرات الثانوية من هذا النوع التى تتكون حول المواد ذات النشاط السطحى القابلة للماء (hydrophilic) والغير متأينة تسمى Ice berge وعدد ذرات الاكسجين التى تكون رابطة هيدروجينية يزيد بزيادة طول سلسلة عديد اكسيد الايثلين وبذلك يزيد من قابليتها للاذابة .

ويتوقف ذوبان المواد هذه فى الماء او الزيت على قوة المجموعة الطاردة (hydrophobi) للماء او المجموعة القابلة (hydrophilic) له . فعندما تكون المجموعة الطاردة هى المتغلبة فان المادة تذوب فى الزيت وتسمى Lipophilic اما عندما يكون المجموعة القابلة هى المتغلبة فان المركب يذوب فى الماء وفى حالة تعادل المجموعتين فان المركب يذوب فى الماء كما فى التركيب الكيميائى الآتى :



$$\left[C_9 \; H_{19} \right] - C_6 H_4 - \left[(CH_2 C H_2 O)_n \, OH \right]$$

L H

فاذا كان عدد وحدات اكسيد الاثيلين (H) أقل من ٥ فان المركب يذوب فى الزيت اما اذا زاد (H) عن ذلك فان المركب يذوب فى الماء بينما عندما يكون عدد الوحدات خمسة فان H = L اى متعادل ويذوب المركب فى الزيت والماء .

وعملية اذابة هذه المواد تعتمد على اضافة جزيئات الماء الى عديد الاثير كما أن استخدام الحرارة يسبب تكسير غطاء الهيدرات المتكونة ويبدو المحلول معكر وهى ظاهرة معروفة بالنسبة للمواد ذات النشاط السطحى الغير انيونية .

نقطة التعكير والعدد المائى (Turbidity Point and Water Count)

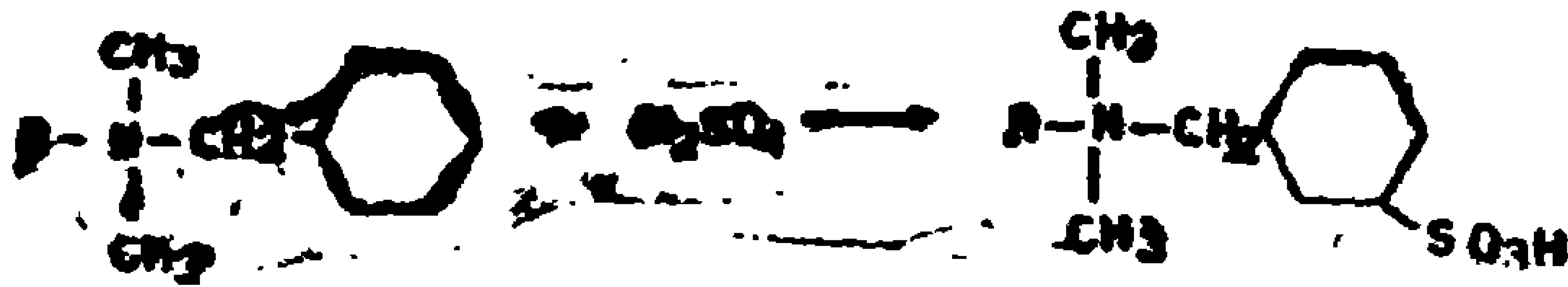
عند تسخين محلول مائى يحتوى على مادة غير انيونية فانها تنفصل عن المحلول مكونة تعكير (Clouding) لهذا المحلول اما عند اعادة تبريد هذا المحلول مرة أخرى فانه ينتج عن ذلك اعادة تكوين عديد الاثير الى حالته الاولى وتكوين غطاء الهيدرات الثانوى .

ودرجة التعكير (Cloud Point) ذو اهمية كبيرة على المستوى الصناعى لانها تحدد مدى قابلية هذه المادة لتحمل درجات الحرارة العالية المستخدمة فى المعالجات المختلفة

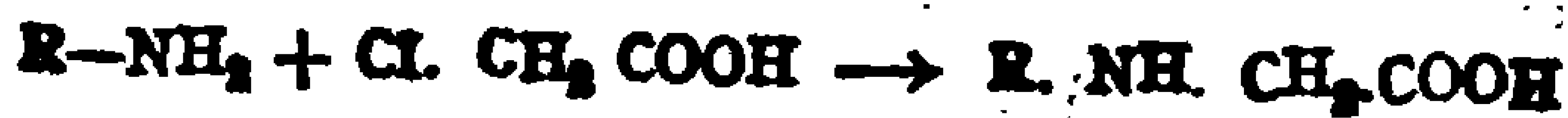
وتعرف نقطة التعكير بأنها درجة الحرارة التى يكون عندها المحلول فى حالة تعكر تام وهو مقياس مناسب لمعرفة خواص القابلية (Hybrophilic) او الاذابة للمركب. كما يمكن معرفة خواص القابلية والاذابة بعديد اكسيد الاثيلين بالرجوع الى العدد المائى والذى يمكن تعيينه بواسطة معرفة المليمترات من الماء التى يجب ان تضاف الى واحد جرام من المركب فى ٣٠ مليمتر دايكسين (Dioxane) وبنزين بنسبة ١٩٦ : ٤ لكى تعطى اقصى تعكير (Lasting Cloud) وكلما زادت كمية الماء المضافة كلما كانت قابلية الاذابة فى الماء أعلى .

رابعا — المواد ذات الشحنة المزدوجة (الامفوتيرية) (Amphoteric)

تحتوى هذه المواد ضمن تركيبها على شق حامضى ($-COOH$ ، $-SO_3H$) وشق آخر قاعدى ($-NH_2$) وتحضر هذه المركبات عن طريق سلفنة المواد الكتيونية مثل :



كذلك تفاعل الامينات الدهنية مع حامض احادى كلورو الخليك



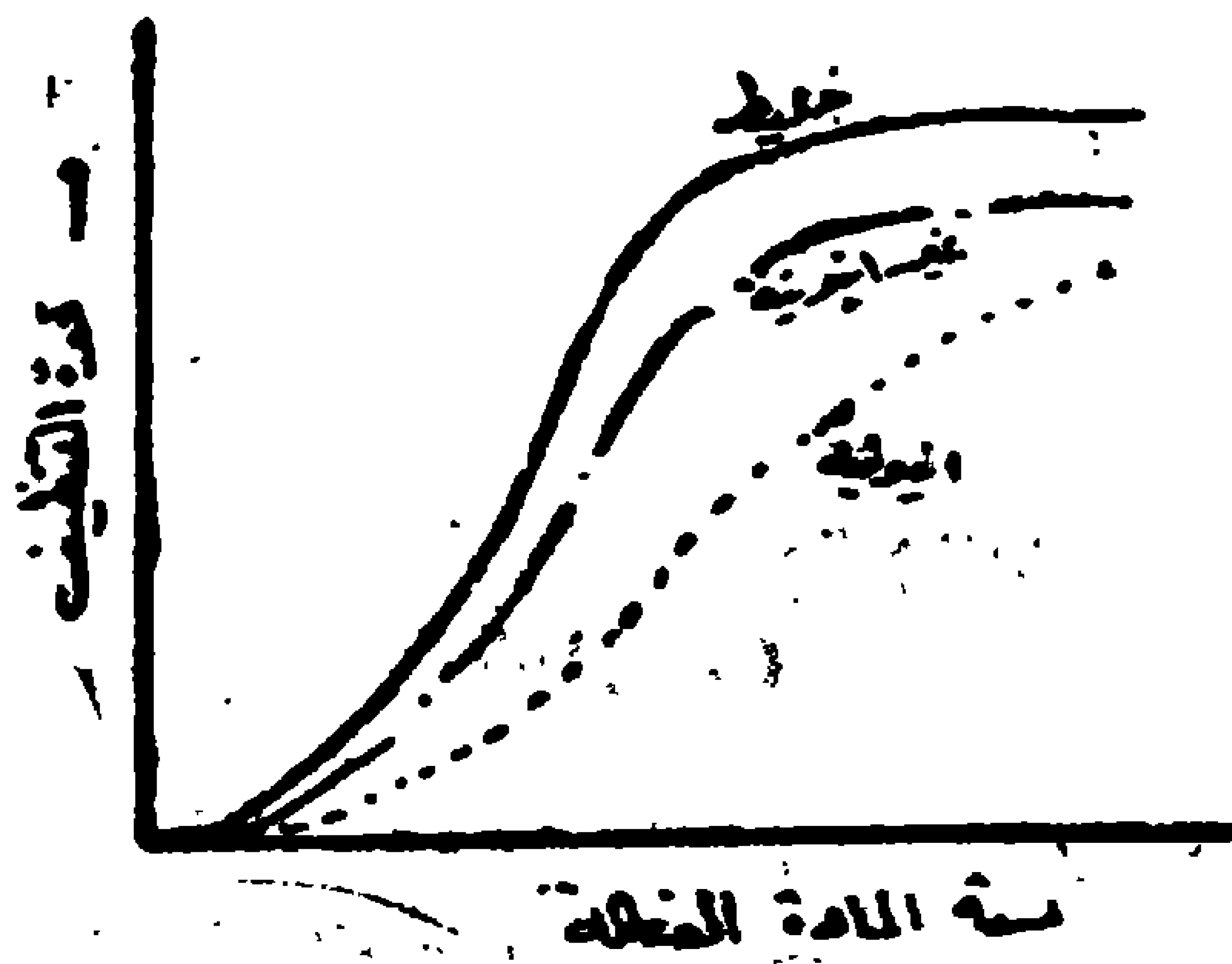
$$R-NH_2 + Cl.\ CH_2COOH \longrightarrow R.NH.CH_2COOH$$

الا ان هذه المواد لم تكتسب شهرة كعوامل مساعدة فى صناعة الغزل والنسيج الا فى بعض الاغراض الخاصة مثل مواد مساعدة فى صباغة الصوف

بالصبغات النشطة لقدرتها على الارتباط بكلا من الصبغة والالياف وكذلك لها استخدامات عديدة فى الكيمياء الصـــــيدلية .

خامسا — خليط المواد الانيونية مع الغير الايونية

وجد بالتجارب انه عند خلط المواد ذات النشاط السطحى الانيونية مع الغير متـــأينة تعطى قوة تنظيف اكبر من كل من المنظفــــات المكونة له على حده كما فى الشكل (١٢)



شـــــكل (١٢)

ومن امثلة ذلك الاسبيكون ١٠٣٠

الا انه يلزم عمل العديدمن المحاولات للحصول على الخليط المطلوب وبالنسب المناسبة التى تعطى أعلى فاعلية .

ومن مميزات هذه الخلطات أنها تجمع بين مميزات كل نوع على حده وبالتالى الحصول على خليط يمكن استخدامه فى جميع الاحـــوال وتحت جميع الظروف التى تستلزم الغلية والبلل والاستحلاب والتنظيف وخـــــــلافه .

تقسيم المواد ذات النشاط السطحى من ناحية الاستعمال

فى الجزء السابق تم تقسيم المواد ذات النشاط السطحى تبعا لتركيبهـا الكيميائى ونوع ودرجة تأينها فى المحلول المائى وفى هذا الجزء سوف نحاول اعادة تقسيمها من ناحية الاستخدام العام وقد امكن تقسيم هذه المـواد الى ثلاثة مجموعات تبعا لاستخدامها كمساعدات للنسيج على النحو التالى :

ا — مواد مساعدة للتحضيـر

ب — مواد مساعدة للصباغة

ج — مـواد للتجهيـز

ا — المـواد المسـاعدة للتحضيـر

وتشمل هذه المجموعة المواد المساعدة فى العمليات الآتية :

١ — البـــوش
٢ — الغليـــة

البـــوش

اثناء عملية النسيج تتعرض الخيوط المكونة للنسيج لاحتكاك شـديد مع الاجزاء المعدنية للماكينة مما ينتج عنه ضعف الخيوط وتشعرها اثناء النسيج لذلك فانه يلزم اضافة مادة لاصقة للخيوط (تبويش) لتقليل النعادم والزغبار وزيادة متانتها .

ومـواد البوش العادية هى النشـا بانواعه او الاصماغ النبـاتية او البروتينات (مثل الجيلاتين) مع استعمال مواد الجلسرين او زيوت نباتيـة مخلبة او شحومات مسلفنة وفائدة المواد الاخـيرة هو عدم تشقق النشا على الخيوط بعد النسيج لانه يكون على هيئة مستحلب مع هذه الزيوت .

ونظرا لصعوبة ازالة النشا بعد عملية البوش فان الاتجاه الحديث هو استخدام النشا المحور الذى يذوب فى الماء مثل كربوكس مثيل النشا (Carboxy methyl starch (CMC ويسمى سولفوس (Solvose) وكربوكسى ميثيل سليلوز وكذلك بولى فينيل الكحول (P. V. C) والبولى اكريلات (Polyacrylate) مثل (BASF) size CC ويفضل فى هذه الحالة استخدام مواد تشميع سهلة الاذابة فى الماء مثل Siligen WL (BAST)

والنشا المحور يفوق النشا الغير محور (النشا العادى) فى انه انسب فى تبويش الخيوط الصناعية ومن التجارب وجد ان عند اضافة مادة بلل لحمام البوش فان النشا ينتشر افضل على سطح الخيوط ومن المواد المستخدمة مادة تستابون م . هـ وهو عبارة عن مادة انيونية كما يمكن استخدام مادة اسبيكون ١٠٣٠ سائل . وتضاف فى عملية ازالة النشا بعض المواد الغير انيونية مثل اجبتول ب . ل . م (النشا والخميرة والمنظفات)

الغليــــــــــــــــة (Kier Boiling)

فى هذه العملية يتم ازالة المواد الشمعية التى تضاف الى الخيوط أثناء النسيج لتنظيف سطح الشعيرات من اى مواد دخيلة لها تاثير مضاد على العمليات التالية مثل الصباغة وخلافه .

وعملية الغليان تتم فى أوعية مغلقة تحت ضغط وحتى لا يتأكسد السليلوز يجب ان يكون القماش مغمورا فى محلول الغلية دائما وانسب وسط لازالة هذه الشموع والدهون والنشا المتخلف من عملية البوش هو الصودا الكاوية (هيدروكسيد الصوديوم) بنسبة حوالى ٢٪ وعند درجة الغليان .

ولو انه من الصعب اختيار مواد التنظيف السطحى الملائمة تحت ظروف التشغيل المناسبة بحيث يتوفر لها القدرة على البلل والتنظيف واستحلاب المواد الدهنية فقد وجد ان الكحولات المسلفنة ومنها الاجيتول و . ا

(Egyptol WA) وسلفونات الدوديسيل بنزين مثل ديتول ٥٠ (النشا والخميرة والمنظفات) وكذلك خليط من المواد الانيونية والغير أيونية مثل الاسبيكون ١٠٣٠ Kierolan OL (BASF) هي من المواد المستخدمة في هذه العملية وهناك أيضا Kierolan Ol (BASF)

ب ـ المواد المساعدة للصباغة

ظهرت الحاجة الملحة للمواد المساعدة في عمليات الصباغة في الفترة بين عام ١٩٢٠ وعام ١٩٤٠ عندما ظهرت الالياف الصناعية مثل البولي استر ذات الاسطح ذو الترتيب العالي التي لا تسمح بمرور الماء وضعيفة الاحتفاظ به أيضا كما يندر وجود المراكز النشطة بها التي تعمل على اجتذاب جزيئات الصبغة داخلها .

كل هذا دعى الى استحداث انواع من المواد المساعدة ذات النشاط السطحي التي تساعد في اتمام عملية الصباغة بالطرق التقليدية مثل طريقة النفاذ بدلا من طرق التكوين قبل غزل المحاليل الى شعيرات (Melt Dyed) .

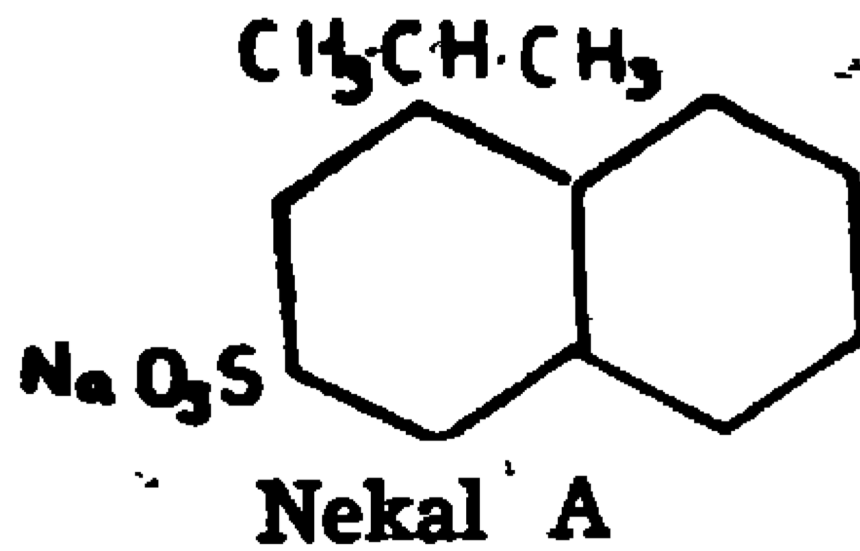
وتختلف هذه المواد حسب الدور التي تقوم به في اتمام عملية الصباغة ويمكن تقسيمها كما يلي :

المواد المستخدمة للبلل (Wetting agent)

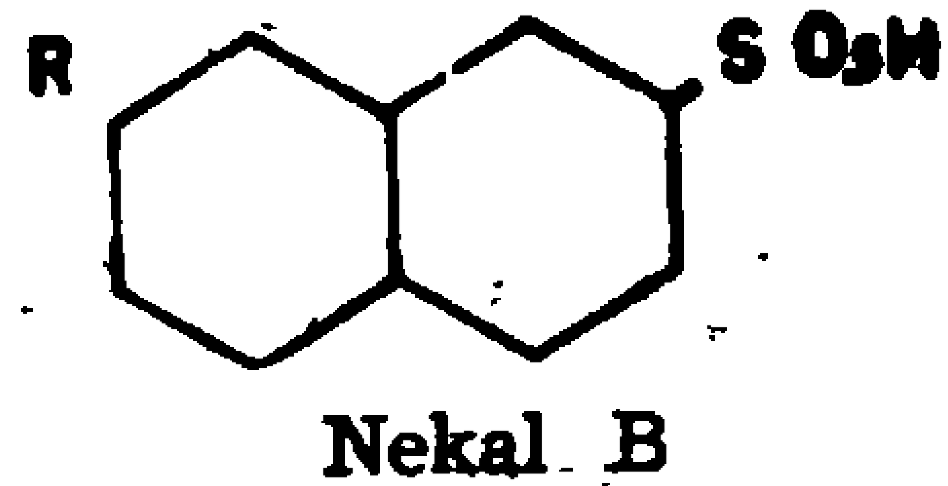
هذه المواد تستخدم مع الصبغة للحصول على صباغة متجانسة عن طريق خاصية البلل التي تعمل على سرعة ابتلال النسيج في الوسط المائي مما يساعد على سرعة الصباغة وقدرة البلل لهذه المواد تكتسبها عندما يقل طول سلسلة الالكيل (alkyl chain) ولكن هذا التحسن من ناحية البلل يقابله انخفاض من ناحية القدرة على التنظيف (Low detergency) ومعظم هذه المركبات عبارة عن مواد بلل وليست منظفات .

ومن اهم هذه المركبات المستخدمة للبلل الملح الصوديومي لسلفونات الكيل النفتالين (Sodium alkyl naphtalene suphonate)

ويسمى نيكال . أ (Nekal A) لشـــركة (ASF) والتــركيب الكيميائى لهذه المـــادة هى :



Nekal A



Nekal B

والمركب الآخر لنفس الشركة الذى ظهر حديثـــا يسمى نيكال ب — س (Nekal BX) وفى هذا المركب نجد أن السلسلة الدهنية اقصر عن ســـابقه لذلك فانها ليست منظفات وهذه المواد مقاومة للماء العسر فى محاليل الاحماض والقلويات بتركيزات مرتفعة ومن هذه المركبات التى تستعمل على النطـــاق الصناعى مادة ليسابول — ن (Lissapol N) لشـــركة (I.C.I) ومادة Atexal WA-HS لنفس الشركة وهى عبـــارة عن زيت مسافنت مثل زيت الأحمر التركى ولكن درجة الســـلفنة اكبر وهو ذو كفاءة عالية لابلل ويعمل فى الحمام كصبغة حامضية حيث يتنافس مع الصبغة على المراكز النشطه وبالتالى يمكن استخدامه كمادة تجانس . وهناك إيضا

مونكسول و . ت — Monoxol OT (Hardman & Holden)
وكذلك الكوبال و — Alkobal O (Allied Colloide)
ويتكون من — Sodium dioctyl sulphosuccinate

وهى مادة بلل قوية ولكنها اقل مقـــاومة للقلويات وللماء العســـر عن سلفونات الكيل النفتالين وهناك ايضا مادة Leophen RBD وهى مادة بلل سريعة تستعمل فى صباغة الخامات دون الحاجة الى عمليات التحضير الاولية.

٢ ــ مــــــواد التجانس (Leveling Agent)

عند صباغة الاقمشــة المصنوعة من الالياف الطبيعية او الصناعية فان هناك العديد من العوامل التى تتكاتل وتعمل على عدم الحصول على صباغة متجانســة مثل طبيعية شعيرات الصوف لتعرضها للجو والمواد المضافة اثناء عمليات الغزل والنسيج القطن والالياف السايلوزية الاخرى او نظرا لطبيعية الشــــعيرات الصناعية ذات الاســــطح عالية التبلمر أو طبيعية التماس المنتج من خيوط عالية البرم او الاقمشــة الثقيلة .

كل هذا دعى الى اســــتخدام مواد مساعدة تعمل على انتشــــار الصباغة على اجزاء النسيج بدرجة متجانسة .

وميكانيكية عمل المواد المساعدة على انتشار الصبغة هى امـــا انها تتحـــد مع ايونات جزيئات الصــبغة او ان ايونات هذه المـــواد تنجذب الكترونيا الى المراكز النشطة فى داخل الشــــعرة وبالتالى تعوق اندفاع جزيئات الصبغة الى داخل الشعرة والتى ينتج عنها عدم التجانس .

ومن هذه المواد مادة تتراكارنيت (Tetracaranit S) وهـــى تستخدم كمادة بلل ومادة ناشرة وهى تتكون عادة من البريدين وزيت الاحمر التركى وهى تفضل ان تضاف الى بودرة الصبغة لعمل عجينة ســــهلة الاذابة والانتشــــار .

اهمية مواد البلل والانتشار فى صباغة القطن ومثيلاته

فى عمليات صباغة القطن التقليدية نحتـــاج الى مادة بلل ومادة ناشــــرة المساعدة فى عملية الصباغة ففى حمام الصباغة نجد ان الصبغة لا تتفاعل مع السليلوز بل تمتص عليه (Adsorbed) والمواد المساعدة هنا هى عبارة عن

سلفونات الدوديسيل والكحولات المسلفنه والزيوت المكبرتة وانسب المـــواد المساعدة هى المواد الايونية لانها تساعد على انتشار الاصباغ بمعدل أسرع .

فبالنسبة لاصباغ الإحواض تستعمل المواد الكتيونية والمواد الانيونيـــة حيث تذاب المواد المساعدة فى حمام الصباغة مع الصودا الكاوية والمادة المختزلة ويستعمل هنا سلفونات الكيل نفتالين ومثـــال ذلك (**(BASF) Peregal P**

وهى مادة ابتلال كتيونية لها قابلية للصـــبغة ولا تكون رغوة وتقلل ســـرعة الصـــباغة وتزيد من معدل النفــــاذ .

وبالنسبة لاصباغ الازو فغالبـــا ما يستعمل استر مسلفن مثل حمـــادول (أ . هـ) اكستر (النشا والخميرة والمنظفات) أو زيت مســـلفن وهذه المواد تعمل على ابتلال النسيج بالنافتول ويجوز ان يحتوى ملح المتازت (**Diazo**) ايضا على مادة تنشيط سطحى مساعدة .

والاتجاه الحديث هو اضافة مادة انتشار مثل (**BASF**) Setamol WS مع مواد الابتلال للحصول على نتائج احسن .

هـ — مـــواد التجهيـز (**Finishing Agent**)

تستخدم هذه المواد فى التجهيز لاعطاء القمـــاش ملمس خاص مستحب بعد العمليات المتالية التى مر عليها اثناء تصنيعه الذى تجعله ذو ملمس خشن مثل التبييض والغســـيل .

وسوف نتناول فى هذا الجزء العمليـــات التى تحتاج الى مواد وســـيطة معقدة التى تضفى على النسيج المظهر المطلوب فى التجهيز النهائى .

اولا — تحســـين الملمس (Softening agent)

يلاحظ ان الشعيرات الطبيعية مثل القطن والصوف تغطى بطبقة شمعية أو دهنيـــة قبل تصنيعها وذلك لحمايتها من التاثـــيرات الجوية وكلما قلت هذه الطبقة كلما اتجهت ملمس الشعرة الى الخشونة

واثناء تصنيع هذه الشعيرات فان العمليات المختلفة التى تمر عليها تفقدها هذه المواد اما عن طريق العمد كما هو الحال فى غسيل الصوف الخام او اثناء عمليـــات ازالة النشا والمواد الشـــمعية فى الغلية اثناء عمليات تجهيز الاقمشة القطنية الخام .

لذلك فبعد تبييض او صباغة الاقمشة فانها تعالج ببعض المواد التى تحل محل الشموع او الدهون الطبيعية لكى تكسبها النعومة المطلوبة .

والمواد الدهنية المستعملة حاليا هى الصابون العادى (الامـــلاح الصوديومية للاستيارات والبالميتات والاوليات) وتصلح كمادة تجهـــيز او يستعمل مستحلب الزيوت او الدهون المختلفة لغرض التجهيز وعموما فان المواد المحتوية على سلسلة دهنية كبيرة يمكن استعمالها فى التجهيز بعد استحلابها .

وتقسم مواد التجهيز لتحسين الملمس الى :

١ ــ مستحلبات الزيوت والشموع والبوليثيلين

٢ ــ مواد إيونية مثل مستحلبات الصـــابون والزيوت المسلفنة والكحـــولات المســـلفنة

٣ ــ مـــــواد كتيـــونية

٤ ــ مـــــواد غـــير ايونيـــــة

١ — مستحلبات الزيوت والبولى اثيلين

مستحلبات شموع البرافـــين والشحوم الحيوانية تعطى ملمســـا ناعما للقطنيات ويستخدم حاليا مستحلب للبولى اثيلين لنفس الغرض الاان عيب هذه المادة ضعف احتمالها للكى الا اذا استعملت مع راتنجات .

٢ — المـــــــواد الانيونيـــــة

تعتبر املاح الصابون النموذج التقليدى لهذه المواد ولقد استخدمت مادة ميثيل لوريد (methyl lauride) فى بادىء الامر .

وهذه المادة لها خاصية الملمس الناعم ولكن نظرا لارتفاع سعرها لم تستعمل بكثرة كما استخدمت الشحوم الحيوانية المسلفنة للاقمشة القطنيـــة ، واستعملت الكحولات الدهنية المسلفنة التى تعتبـــر انسب المواد فى هذا الاتجاه وتستعمل بنسب بسيطة فى حمام التجهيز بمفردها .

٣ — مـــــــواد كاتيونيـــــة

وتمتاز المركبات الكاتيونية بأنها لا تتأثر بتكـــرار الغسيل وتعطى نعـــومة فائقة ودائمة ايضـــا .

الا ان عيوب المواد الكتيونية انها تتفاعل مع الصـابون (او المواد الانيونية عامة) وهذا يحد من استعمالها نسبيا وكذلك نظرا لانها غالبا ما تكون املاح نشادر فانها تصفر بالوقت . ومن هذه المواد
(BASF) Siligen HS

٤ — المواد الغـــير ايونية

تستخدم المواد الغير أيونيـــة ايضا فى التجهيز النهائى لاكســـاب

الملاكن النعومة اللزجة :

وكان أول منتج هو ســورامين س . ج (Soramine SG)

(BASF) في الريسيتات ولا تستعمل بمفردها بل في الغالب مع تركيبات بها الكحولات الدهنية والزيوت المعدنية والرانتجات المستعملة في التجهيز النهائي وتشـــابه السورامين في التركيب مادة نوتيك سوفت (النشـا والخميرة) وهو عبارة عن مادة تطرية غير ايونية .

ومن المـواد التي ظهرت حديثـا Siligen MSI (BASF)

وتســتخدم بمفردها أو مع الرانتجـات حيث تعطي ملمس على درجة عالية من النعومة والطراوة وتستخدم ايضا في خيوط الحياكة .

الفصــــل الثالث

المواد الكيميائية المستعملة

اولا ـ الاحمـــــــــاض

من اهم الاحماض المستعملة فى التحضير والصباغة هى حامض الكبريتيك والهيدروكلوريك والخليك ثم الاكساليك . ويطلق على الحامضين الاولين اسم الأحماض المعــدنية او القوية لأنها تتاين فى الماء بدرجة عالية اما الحامضين الاخــرين فتعرف باسم الاحماض العضــوية او الضعيفة لان درجة تاينها فى الحمام منخفضة .

حامض الكبريتيك Sulphuric Acid (H_2SO_4)

يعتبر هذا الحامض اهم الاحماض على الأطلاق ، وكان يعرف عند العرب قديما باسم زيت الزاج كما يعرف فى الوسط العمالى باسم ماء النار، والحامض الذى يباع تجاريا للأغراض الصناعية المختلفة سائل كثيف (كثافته ١٫٨٤) لا لون له او ذو لون بنى نتيجة لوجود بعض الشوائب العضوية المتفحمة فيـه ويحتوى الى جانب ذلك عادة على الرصاص وبعض الأملاح .

والحامض النقى يغلى عنــد درجة ٣٣٨° م واذا ارتفعت درجة حرارته حتى ٤٤٠° م يتحلل الى غاز ثالث اكسيد الكبريت وماء . ويكون هذا الحامض الأملاح المعروفة باسم الكبريتات او السلفات ، وينقل الحامض المركز ويحفظ فى اوعية مصنوعة من الرصاص .

وهذا الحامض معروف بشدة شراهيته للماء وهو كاو لدرجة انه يؤدى الى حروق خطيرة . وعند مزجه بالماء ترتفع درجة الحــرارة ، لذلك يجب الاحتراس عند تخفيف الحامض بالماء ويلزم اضافته الى الماء قليــلا بقليل مع التقليب المســـــتمر .

حامض الهيدروكلوريك Hydrochloric Acid (HCl)

يتركب هذا الحامض من غـــاز كلوريد الهيدورجـــين (HCl) فى الماء والنوع التجارى منه سـائل اصفر يدخن عن تعرضه للهـــواء ويفقد بذلك جزءا من قـــوته . وتذوب معظم المعـــادن فى هذا الحامض مكونا املاحا تعـــرف بالكلوريدات بأستثناء الرصاص والذهب والفضة والزئبق .

ولهذا الحامض اهمية خاصـــة فى الصباغة حيث يستعمل فى صـــباغة اسود الانيلين وفى صبغات النافتول كما يستخدم ايضا فى التبييض.ويستعمل هذا الحـــامض لخفض درجة الأس الهيـــدروجينى للمحاليل لدرجة حموضية عالية تصل الى ١ .

حامض الخليك Acetic Acid (CH_3COOH)

سـائل عديم اللون ذو رائحة نفاذة ويحضر من التقطير الاتلاقى للخشب او بتخمير الكحول ويغلى عند درجـــة ١١٩ °م ويتجمد عند درجـــة ١٦ ° م . ويتفاعل الحامض مع القـــلويات مكونا أملاح تعرف بالخلات اهمها خـــلات الصوديوم وخلات الامونيوم التى تستخدم كمواد صـــدامه (Buffer) نظـــرا لتاينها المحـــدد .

حامض الاكساليك Oxalic Acid ($C_2H_2O_4$)

عبارة عن بلورات لا لون لها تذوب فى الماء حيث يذيب ١٠٠ جـــزء من الماء ١٠ اجزاء الحامض عند درجـــة ١٠ °م ويستعمل احيانا فى الصباغة كعامل مختزل واملاحه تعـــرف بالاكسالات واهمها اكسالات البوتاســـيوم الحامضى او ملـــح الليمـــــون .

ثانيا — القلويات

من اهم القلويات التى تستعمل فى هذا المجال هى هيدروكسيد الصوديوم او الصودا الكاوية .

الصــودا الكاوية Sodium Hydroxide (Na OH)

مادة هيدروكسيد الصــوديوم او الصودا الكاوية مادة بيضـــاء متبلرة كاوية تمتص الماء وغاز ثانى اكسيد الكربون من الجو بسرعة وتذوب فى الماء مع ارتفاع درجة الحرارة اثناء الاذابة ولهذا المحلول المتكون تفاعل قوى ولهملمس الصـــابون . والصودا الكاوية تبـــاع تجاريا فى عدة اشـــكال اما كتــل او اصابع بيضاء وتحتوى على الشوائب التالية : كربونات ، كلوريد وكبــريتات الصوديوم .

كما تتفاعل مع الأحماض المعدنية والعضوية مكونا املاح تذوب فى الماء . وتستخدم الصـــودا الكاوية بكميات كبيرة فى تحرير الاقمشة القطنيـــة (**Mercerization**) كما تستخدم فى عمليات التبييض والصباغة .

ثالثـــــا — الامـــــلاح

كربونات الصوديوم Sodium Carbonate ($Na_2\ CO_3$)

وتعرف تجاريا باسم الصودا اش او صودا الغسيل ، وهى مسحوق أبيض لا يتحلل بالتســخين ويذوب بسهولة فى المـــاء ، ولمحلوله تفاعل قلوى ويتحلل بالأحماض مع اطـــلاق غاز ثانى اكسيد الكربون . وتبـــاع كربونات الصودا اما على شكل مسحوق خال من ماء التبــلر او بلورات تحتوى على عشرة أجزاء من ماء التبلر ،وتحتوى عادة على شوائب اهمها الصودا الكاوية وكبريتات الصـــوديوم وكذا كلوريد وكبرتيت الصـــوديوم ، ولهذا الملح اهمية كبرى فى عملية التبييض .

كلوريد الصوديوم Sodium Choride (Na Cl)

ويعرف ايضا بملح الطعام ويتبلور على شكل مكعبات وهو يذوب بدرجة متوسطة اذ يذيب ١٠٠ جم من الماء ٣٦ جرام من الملح عنـد درجة ٢٠° وله اهمية كبيرة فى صناعة هيبوكلوريت الصوديوم المستعملة فى التبييض وكذلك فى الصباغة خاصة الصبغات المباشـرة .

نترات الصوديوم Sodium Nitrite ($NaNO_2$)

مادة بيضاء متبلرة اذا كانت نقية ، ولكن النوع التجارى منه يميل لونه الى الصفرة وله قابلية عالية للذوبان فى الماء حيث يذيب ١٠٠ جرام من المـاء ٨٣ر٣ جرام من الملح عند درجة ١٥° م ويلاحظ انخفاض درجة حـرارة الماء اثناء الاذابة . ولهذا الملح اهمية كبيرة فى تازدة صبغات الأزو .

كبريتات الصوديوم Sodium Sulphate (Na_2SO_4)

لهذا الملح اهمية كبرى فى الصناعة والنوع الذى لايحتوى على ماء التبلر يذوب بسـهولة فى الماء فاذا عرض المحلول للتبلر عنـد درجة اقل من ٣٢° م ترسب ملح جلوبر وهو كبريتات الصوديوم الذى يحتوى على عشـر جزيئات مـن المـاء لكل جـزء من المـلح $Na_2SO_4 . 10H_2O$. ويستعمل هذا الملح بكثرة فى عمليات الصباغة المختلفة .

بيسلفيت الصوديوم Sodium bisulphite ($NaHSO_3$)

مسحوق ابيض يتحلل بالتسخين مكونا الكبريتات وغاز ثانى اكسـيد الكبريت ويستعمل فى عمليات التبييض لازالة اثار الكلور المتبقى على الأقمشة المبيضة .

هيدروسلفيت الصوديوم Sodium hydrosulphite ($Na_2S_2O_4$)

مسحوق لا لون له يذوب بسهولة فى الماء . والمحلول ليس ثابتا بل يتحلل

بالتــدريج الى مخلوط من عدة املاح مثل كبريتــات وثيوسلفيت وبيسلفيت الصوديوم والكبريت ، وعند اضافة الاحماض الى محلول هذا الملح فى المــاء تحدث هذه التغيرات بسرعة ولكن يحتفظ هذا المحلول بثباته الى حــد ما فى وجود القلويات كما يتحول الملح اذا تعرض للجو الى الميتابيسلفيت .

ومحلول هيدروسلفيت الصــوديوم مع الصودا الكاوية عامل مختــزل قوى يستعمل فى صبغات الأحواض .

ملح الانيــلين Aniline Salt ($C_6H_5 - NH_2 - HCl$)

الانيلين النقى سائل لا لون له ولكن عند تعرضه للجو والضوء يتحول الى اللون البنى وهو سام . اما ملح الانيلين او هيــدروكلوريد الانيلين فيباع اما على شكل بلورات لا لون لها او على شكل قشور تذوب بسهولة فى الماء وعند التخزين يتحول لونه الى الاخضـــــر .

المــواد الصــــدامة
(Buffers)

يقصد بها المواد التى تستخدم لتثبيت الأس الهيدروجينى للمحاليل المائية وجعلها مقاومة لاى تغير عند اضافة قليلا من حامض او قلوى .

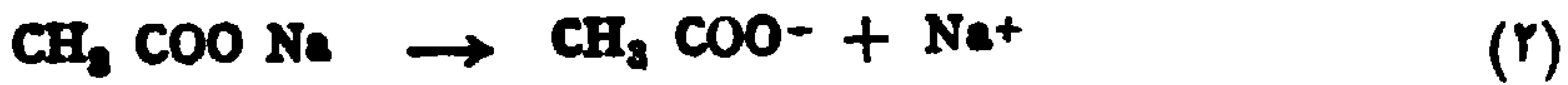
فعند تحضير محلول من حامض هيدروكلوريك تركيزه ٠.٠٠١ نورمال (p^{H3}) وآخر من هيدروكســيد الصوديوم تركيزه ٠.٠٠١ نورمـــال (p^{H10}) نجد ان هذه المحاليل لا يمكن ان تستخدم كمحاليل قياسية ذات درجة اس هيدروجينى دقيق لأن اى خطأ اثناء التحضير سوف يؤدى الى تغيير فى درجة الأس الهيــدروجينى كذلك أى اثار لقــلوى او حامض فى الأوعيـــة الزجاجية المستخدمة فى التحضير قد تساعد على هذا التغيــر .

اما محاليــل الاحماض الضعيفة واملاحهـــا (وكذلك القواعد الضعيفة واملاحها) فانها لا تتأثر بالاضــــافات الطفيفة من حامض او قــلوى . ويمكن

تفسير ذلك من دراسة حالة التوازن لتأين حامض ضعيف مثل حامض الخليك (ضعيف التأين) مع ملحة مثل خلات الصوديوم كما فى المعادلات الآتية :



$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+ \qquad (١)$$



$$CH_3COONa \longrightarrow CH_3COO^- + Na^+ \qquad (٢)$$

وفى هذا المحلول يتأين كلا من حامض الخليك وخلات الصوديوم لدرجة معينة للحصول على حالة توازن بين الشحنات السالبة والموجبة فاذا اضيف الى هذا المحلول قليلا من حامض الهيدروكلوريك ، فانه يتأين مكونا ايون هيدروجين (H^+) وهذا الاخير يرتبط مع أيون خلات مكونا حامض الخليك ضعيف التأين وبالتالى عدم تغيير درجة الأس الهيدروجينى للمحلول . وعند اضافة أيون هيدروكسيل (OH^-) فانه سوف يرتبط مع أيون هيدروجين الناتج من تأين حامض الخليك (معادلة ١) ويتكون ماء . الا أن هذا سوف يؤدى الى نقص تركيز (H^+) فى المحلول وبالتالى يبدء حامض الخليك فى التأين مكونا أيونات هيدروجين اللازمة للحفاظ على توازن الحمام ، وبالتالى المحافظة على درجة الأس الهيدروجينى .

مثل هذه المحاليل التى تستطيع مقاومة اى تغيير فى درجة الأس الهيدروجينى توصف بأنها ذو نشاط صدام (Buffer action) .

وتلعب المحاليل الصدامة **Buffer Solution** دورا هاما فى هذا المجال خاصة فى عمليات الصباغة التى تحتاج الى وسط ذو درجة اس هيدروجينى ثابت للحصول على استنفاذ عالى للصبغة بجانب درجة تجانس وثبات مرتفع .

ويمكن الحصول على محاليل صدامة ذات درجات اس هيدروجينى مختلفة عن طريق تغيير التركيز النسبى بين الحامض وملحه (او القاوى الضعيف وملحه) .

ومن الأملاح التى تستخدم بكثرة لتثبيت الأس الهيدروجينى فى حمام الصباغة خلات الصوديوم وكبريتات الامونيوم .

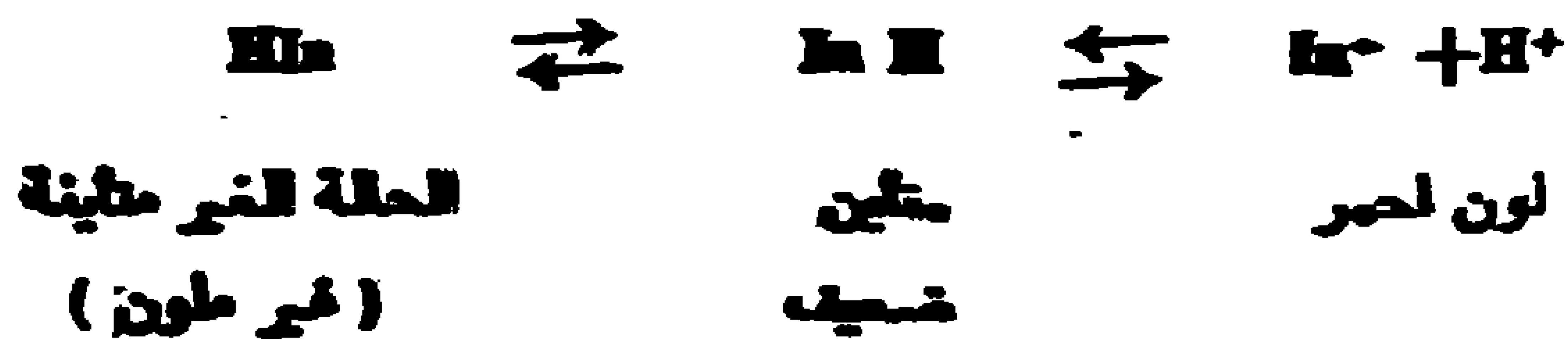
الجواهـــــــــر الكاشـــــــفة

(Indicators)

عند معايرة حامض A بقلوى B فان المطلوب معرفة حجم المحلول A المكافىء للمحلول B . والنقطة التى عندها يكون حجم القلوى B المضـــاف مكافئــــا لحجم الحـــامض A تسمى نقطة التعـــادل End Point أو Equivalence وعادة تضاف مادة مساعدة تعطى لون مميز عند نقطة التعادل وهذه المادة تسمى جوهر كشاف (Indicator) .

والجواهر الكاشـــفة هى مواد يتغير لونها عندما يتغـــير درجة الأس الهيدروجينى للمحلول اثناء المعايرة . ومن المعتقد ان هذا التغير فى لون هذه المواد يرجع الى التغير فى التركيب الجزيئى لها (tautomeric change)

والجواهـــر الكشافه هى احماض او قواعد عضوية ضعيفة وتختــلف عن الأحماض والقواعد العادية بأن الجزىء الغير متأين يمكن ان يوجد فى شكلين عند التعادل . احدى هاتين الشكلين هو الحالة الغير متأينة والشكل الاخر هو حالة التـــأين الضعيف ويكون ذو لون مختلف . فاذا اخذنا الفينولفيثالين (Phenolphthalein) كمثال ، فانه يعتبر كحامض ضعيف . وفى المحلول نحصل على التعادل الاتى :



$$HIn \rightleftharpoons InH \leftrightarrows In^- + H^+$$

الحالة الغير متأينة (غير ملون) — متأين ضعيف — لون احمر

فاذا اضـــفنا الى هذا المحـــلول هيدروكســـيد صـــوديوم ، فان أيون الهيدروكسيل (OH^-) المتكون سوف يرتبط مع ايون الهيدروجين (H^+) الموجود فى التعادل ويتكون ماء . واختفاء أيون الهيدروجين سوف يعمل على تأين InH ويتجه التعادل الى ناحية اليمين مكونا أيون In^- ذو اللون الأحمر . أما عند

اضافة حامض فسوف يتكون أيون هيدروجين (H^+) وبالتالى سوف يزيد تركيز أيونات الهيدروجين مما يجعل التعادل يتجه الى اليســـار مكونا HIn عديم اللـــــون .

ولكل جوهـــر كشـاف مجال لحوالى درجتين اس هيدروجينى يستطيع خلالها ان يغير لونه والجدول (٨) الآتى يبين مجال نشاط بعض الجواهـــر الكشـافة المستخدمة مع الوانها .

جـــــــدول (٨)

الجوهر الكشـاف	مجال الأس الهيدروجينى	اللـــون	
		وسط حامضى	وسط قلوى
Thymol blue	١ر٢ — ٢ر٨	احمر	اصفر
Methyl Orange	٣ر١ — ٤ر٤	احمر	اصفر
Methyl Red	٤ر٢ — ٦ر٣	احمر	اصفر
Litmus	٥ — ٨	احمر	ازرق
Phenol Red	٦ر٨ — ٨ر٤	اصفر	احمر
Phenol phthale	٨ر٣ — ١٠	عديم اللون	احمر

الفينولفيثالين :-

مسحوق لا لون له ويحضـــر المحلول المستعمل بإذابة ١ جـــرام منه فى ١٠٠ سم٣ كحول نقى . فاذا أضيفت نقطتان أو ثلاث منـــه الى محلول متعادل أو حامضى تركته كما هو لا لون له اما فى وجـــود القلويات فيتغير الى اللون الاحمـــــــــر .

الميثيل البرتقالي

من الأصباغ المباشرة ويستعمل كجوهـــر كشاف لأنه يتحول الى اللون الأصفر فى الوسط القلوى والى اللون الأحمر فى الوسط الحامضى ولا يتـــأثر بثانى اكسيد الكربون الموجـــود فى الجو ويحضر بأذابة ١ جرام منه فى لتـــر من المـــــــــاء .

الباب الثالث

التحضيرات الأولية

الفصل الأول : مقدمة

الفصل الثاني : التحضير الابتدائي

الفصل الثالث : التبييض

الفصل الرابع : التحرير أو المرسرة

الفصل الأول

مقدمة

الغرض من تجهيز الاقمشة القطنية الخام الناتجة من انوال النسيج هو اكسابها بهجة وروتقا وجمالا وذلك باجراء عمليات كيميائية متتالية تبدأ بالتحضير الابتدائى للخامة ثم تتفرع الى عمليات اخرى مثل التبييض والصباغة او الطباعة حتى تصل فى النهاية الى مرحلة التجهيز النهائى لتحسين ملمسها ومظهرها ورفع مستواها الفنى وقيمتها التجارية وذلك اما باضافة مواد كيميائية او بالطرق الميكانيكية .

واولى مراحل تجهيز الاقمشة الخام هى مرحلة التحضير الابتدائى وتشمل عمليات تحضير الاقمشة للمراحل المختلفة التالية مثل حليق الفتل الطائفة اوعملية حرق الوبرة الطائفة على سطح الاقمشة — ويلى ذلك عملية ازالة النشا والتى تشمل التخمير للتخلص من المواد النشوية المضافة الى خيوط السداء قبل النسيج ثم عملية الغلية للتخلص من المواد الطبيعية الملتصقة بشعيرات القطن فالتبييض نفسه للتخلص من اللون الطبيعى للقطن واكساب القماش لونا ابيضا ناصعا واخيرا التجفيف لاعداد الاقمشة للمراحل التالية مثل الصباغة والطباعة او التحرير .

وقبل ان نبدأ فى استعراض العمليات السابقة باسهاب فانه يفضل ان نشير بايجاز الى العمليات المختلفة التى تمر عليها شعيرات القطن منذ بدء

تشغيلها حتى تصل الى مصانع التجهيز فى صورتها النهائية على هيئة خيوط او اقمشة خام وحتى نعطى للقارىء صورة متكاملة عن مراحل التشغيل المختلفة للقطن الخام .

عمليات تحضير القطن لأغراض الغزل والنسيج

١ – جمع المحصول

تجرى عملية جمع محصول القطن اما باليد او بالآلات الميكانيكية حسب ارتفاع تكاليف العمالة ووفقا للتقدم الزراعى من بلد لآخر او العناية بالمحصول ففى امريكا مثلا يجمع حوالى ٣٢٪ من محصول القطن بالآلات الميكانيكية اما فى البلاد التى بها اجور العمال منخفضة فتستخدم طريقة الجمع اليدوى وتشير الاحصائيات بان ٩٠٪ من قطن العالم يجمع بالطريقة اليدوية وهى الطريقة السائدة والمفضلة دائما ولا سيما فى حالة الاقطان الجيدة حيث ان الطريقة اليدوية تكون أنسب واكثر عناية من الآلات اذ يمكن بها تفادى جمع القاذورات والشوائب التى اذا تداخلت مع شعيرات القطن اصبح من الصعب التخلص منهــا .

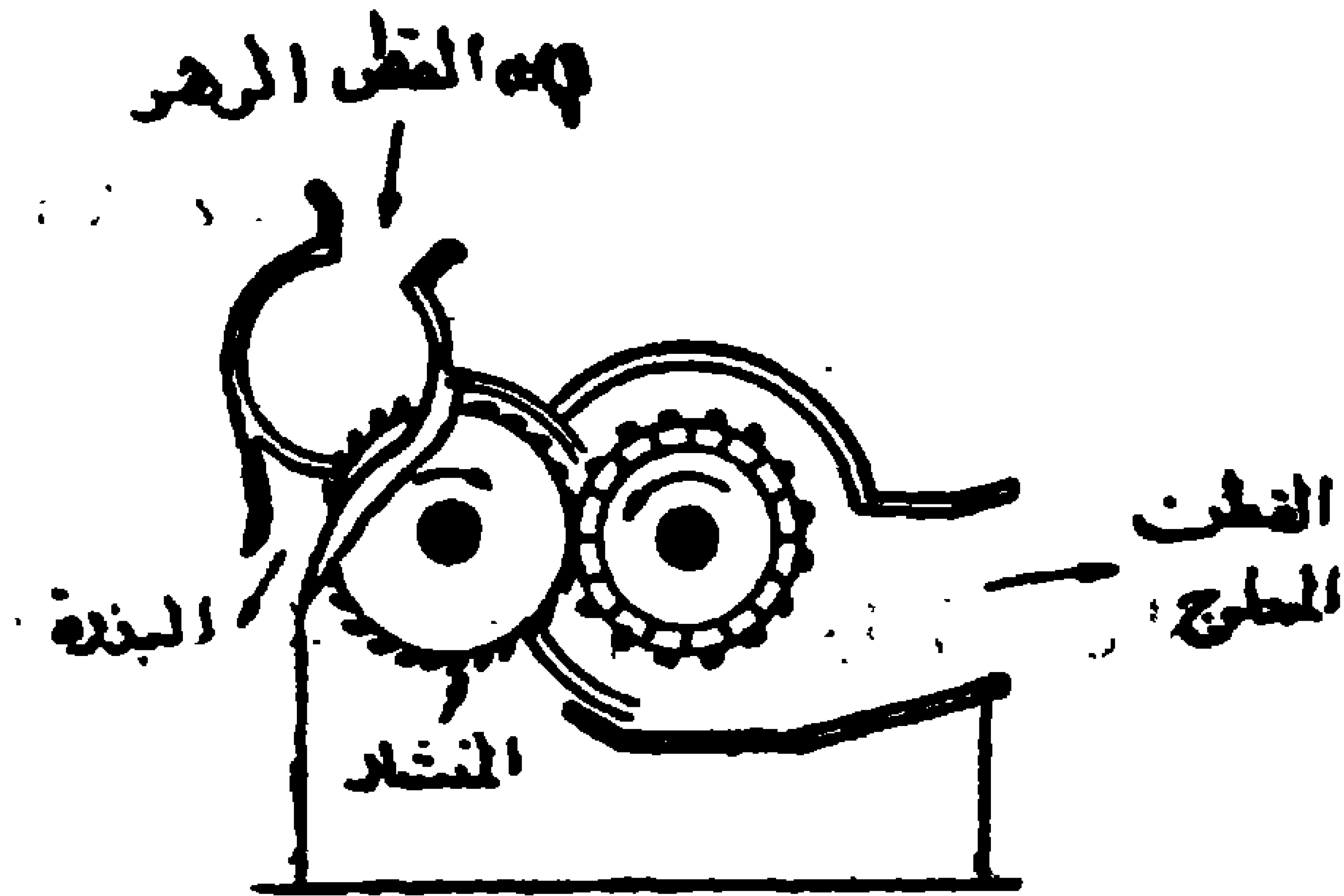
ويؤثر وجود هذه الشوائب على رتبة القطن وقيمته الى درجة كبيرة ولذلك فان آلات الجمع الميكانيكية التى لا يكون لها القدرة على التمييز بين شعيرات القطن والمواد الغريبة تتسبب فى خفض رتبة القطن الا اذا استخلصت هذه الشوائب بكفاءة قبل كبس القطن فى بالات .

٢ ـ عمليـــة الحلـــج

يؤخذ القطن بعد جمعه فى اكياس خاصة الى المحلج ليتم فصل الشعيرات من البذور ويوجد نوعان رئيسيان من الماكينات للقيام بهذه العملية وهمـا : الحلج المنشارى (Saw Gin) والحـلج الاسـطوانى (او مكـارثى) (Macarthy Gin)

أ ـ الحلج المنشـارى

يدور عدد من الاقراص المنشارية المركبة على عمود افقى بحيث تبرز من خلال قضـبان حديدية على أن يكون المسافة المحصـورة بين القضبان صغيرة لدرجة تمنع مرور البذرة بينما تسمح بالحركة الدورانية الحـرة للاقراص المنشـارية والخصـل القطنية العـالقة بها كما فى الشكل (١٣) .



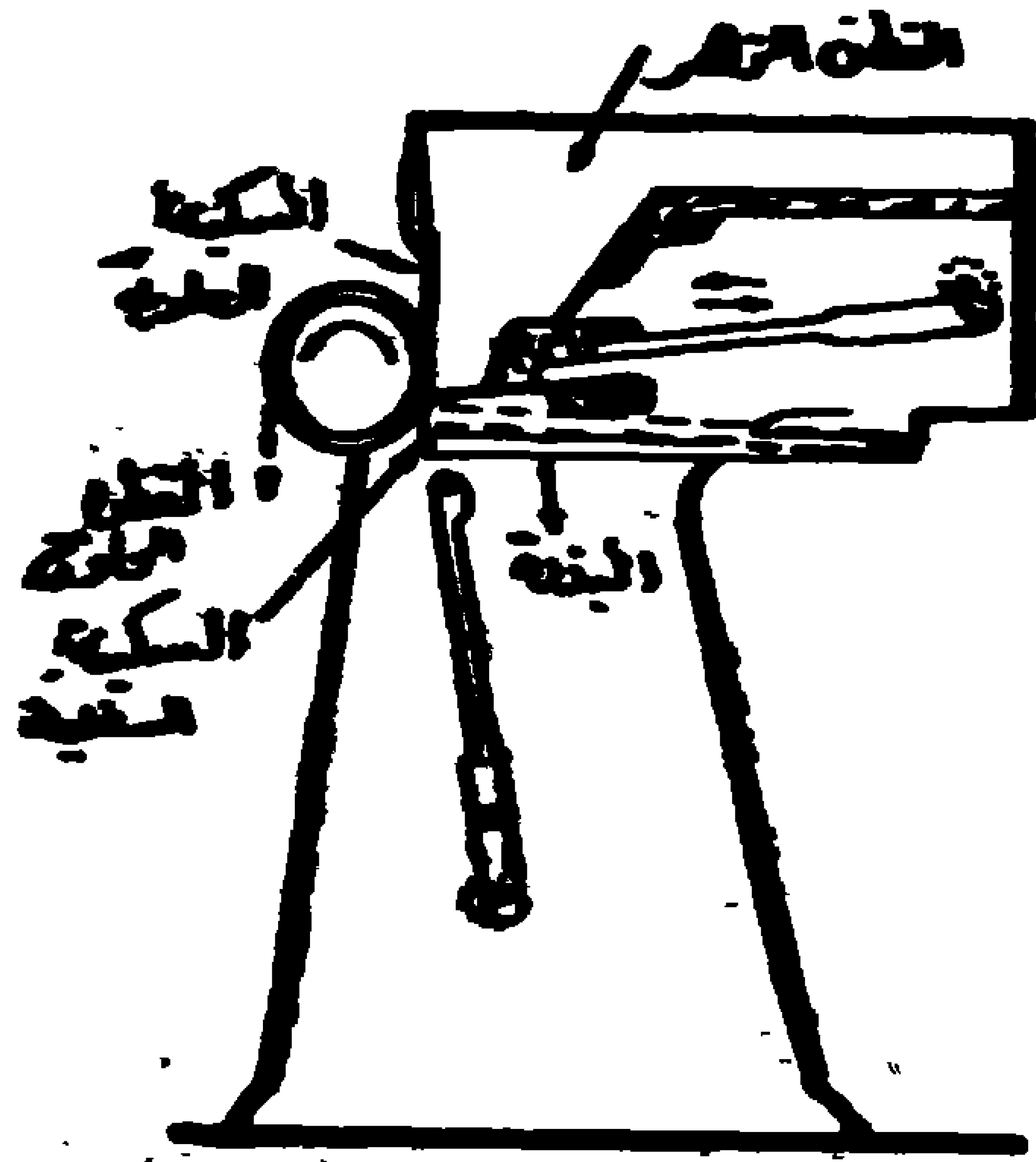
شكل (١٣) ماكينة الحلج المنشارى

فعندما يوضع القطن الزهر فى درج الماكينة تلتصق شـــعيرات القطن بالاسنان المنشارية وتمر معها خلال المسافات بين قضــبان الشبكة الحديدية بينما تحتجز البذرة خلف القضبان فتنفصل الشعيرات عن البــذرة التى تنزلق على الشبكة وتسقط الى اسفل . أما الشـــعيرات التى تمر مع الاقــراص المنشـارية فانها تخلص بواسطة الفرشة وتخرج من الفتحة الخاصــة للقطن المحلوج وفى الماكينات الحديثــة يتخلص القطن من المنشار بواسطة شــفطة بالهواء بدلا من الفرشة ويجمع القطن من الماكينات بواسطة مواســير الى مكان التجميع . وتمتاز هذه الماكينة بانتاجيتها العــالية لحلج القطن ولانواع الاقطان التى تلتصق شعيراتها بدرجة عالية بالبذور .

ب — ماكينــة ماكارثى

تتكون هذه الماكينة من اسطوانة تحل محل المنشار المستخدم فى النوع السابق وهذه الاسطوانة مغطاه بطبقة من الجلد سطحها مخشن يســاعد على التصــاق الشــعيرات به ويوجــد بها سكينــة عليــا (Doctor's knife) بينها وبين الاسطوانة الجلدية مسافة ضيقة تسمح بمرور شعيرات القطن العالقة فقط بينما تحجز البذور خلفهــا لكى تنفصــل ويساعد على عملية انفصــال البذرة المحجوزة ســلاح الضرب الرايسى الذى يتردد الى اعلى والى اسفل امام الشفرة السفلى للسكينة كما فى الشكل (١٤٠) .

وتستخدم هذه الماكينة فى حلج الاقطان طويلة التيلة .



ماكينة الحلج الاسطوانى

وتختلف نسبة ناتج الحلج حسب نوع القطن حيث يتراوح بين ٢٥٪ الى ٥٠٪ اما بالنسبة لمعظم الاقطان فتكون نسبة الناتج من الحليج فى حدود ٣٣٪ من وزن القطن الزهر .

٣ — عمليات الغزل

يعرف الغزل بأنه تحويل اليف القطن بعد تنظيفة والتخلص من الاجسام الغريبة بها مثل القشور الى خيط منتظم ذو سمك ثابت فى جميع تطاقاته ومن اجل الوصول الى ذلك تجرى على الاقطان ايا كان نوعها العمليات التالية الآتية :

خلط — تفتيح وتنظيف — كرد — تمشيط (للتمر الرفيعة) — سحب — برم — غزل .

ا ـ الخلـــــــــط

هى اولى العمليات فى تصنيع الخيط والغرض منها هو خلط رتب مختلفة من نوع واحد من القطن للحصـــول على تجانس الشعيرات فى رتبـــة معينة تتمشى مع متانة الخيط المطلوب ومواصفاته اللازمة بتكلفة منخفضة كما تخلط الرتب لعدم امكان الحصول على الكمية الكافية من رتبة واحدة تكفى لانتاج عام كامل وتخلط البالات ايضا لتلاشى الاختلافات الموجودة فى اليـــاف القطن على انه يستحسن دائما خلط الاقطان ذات الرتب المتقاربة فى طول الشعيرات واللون ودقتها ونضوجها كما يجوز ايضا خلط الالياف القطنية بالالياف الاخرى طبيعية كانت أو صناعية للحصول على مواصفات جديدة للخامة الناتجة .

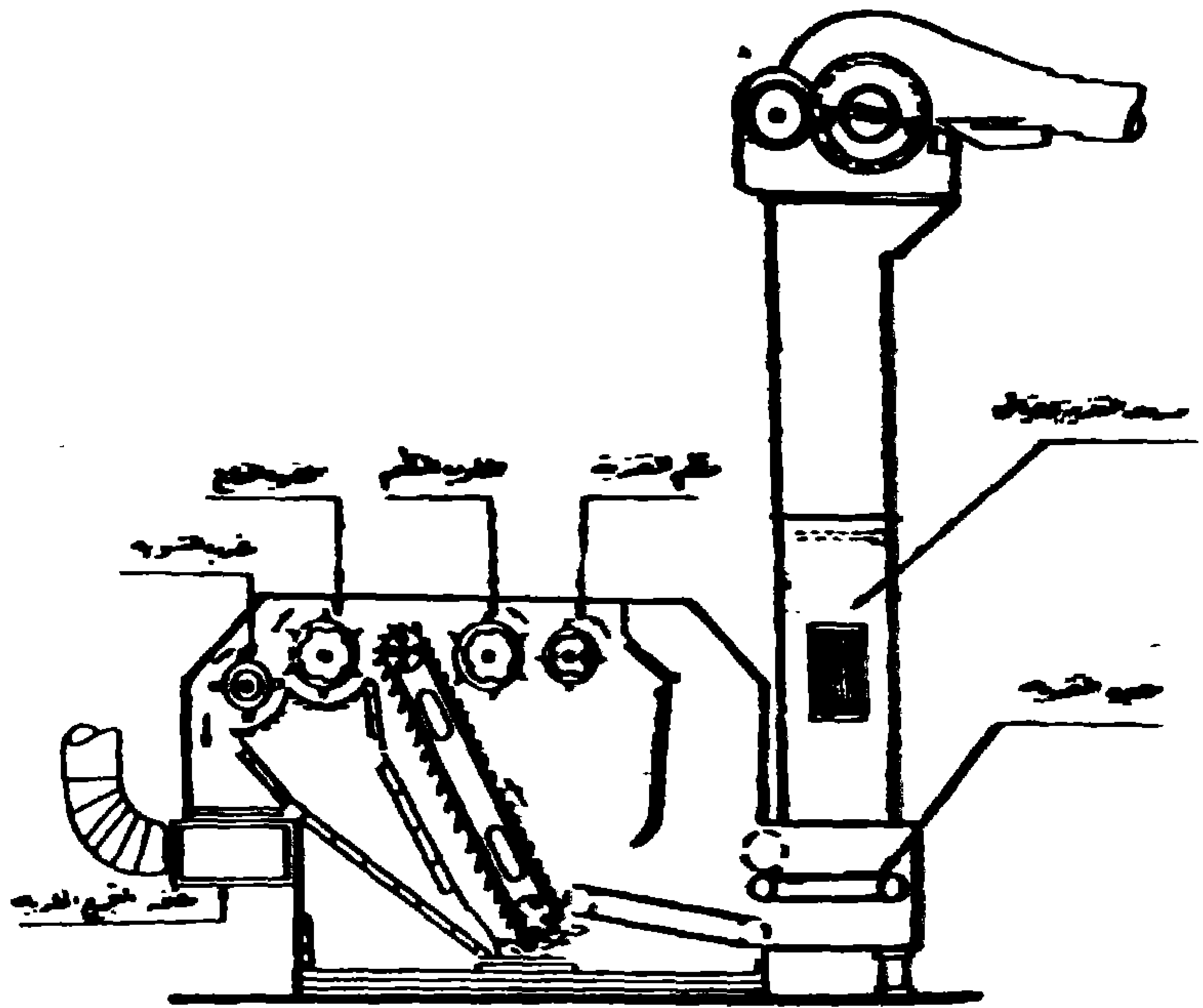
بـ التفتيح والتنظيف

يتم فى هذه العمليـــة تفتيح خصل القطن التى تدخل الماكينات لفصـــل الشعيرات وتحويلها الى قطن هش مفكك الشعيرات والتخلص من أكبر قدر من الاتربة والمواد الغريبة العالقة بها مثل بقايا البذور والقشور . . . الخ .

ولا تتم عملية التفتيح الكامل للاقطان فى عملية واحدة انما على عدد من الماكينات مختلفة الصفات ومتصلة الواحدة تلو الاخرى بمواسير ومكونة بذلك ما يسمى (عملية التفتيح الموحـــدة) (One Process) وينتـــقل القطن من ماكينة الى اخرى بواسطة تيار هوائى صادر من جهاز مكثف (Condenser) مركب فى صدر كل ماكينة ليشفط ويحمل الاقطان اليها من الماكينة السابقة عن طريق ماســـورة بينهما .

ويمكن ترتيب تسلسل ماكينات التفتيح والتنظيف بطرق متعددة كثيرة يتوقف اختيار الطريقة على نوع ورتب الاقطان المستعملة .

والشكل (١٥) يوضح ماكينة الخلط والتفتيح الأولية وهى احدى ماكينات تفتيح الاقطان .



شكل (١٥) ماكينة الخلط والتفتيح الأولية

جـ — الكرد (Carding) :

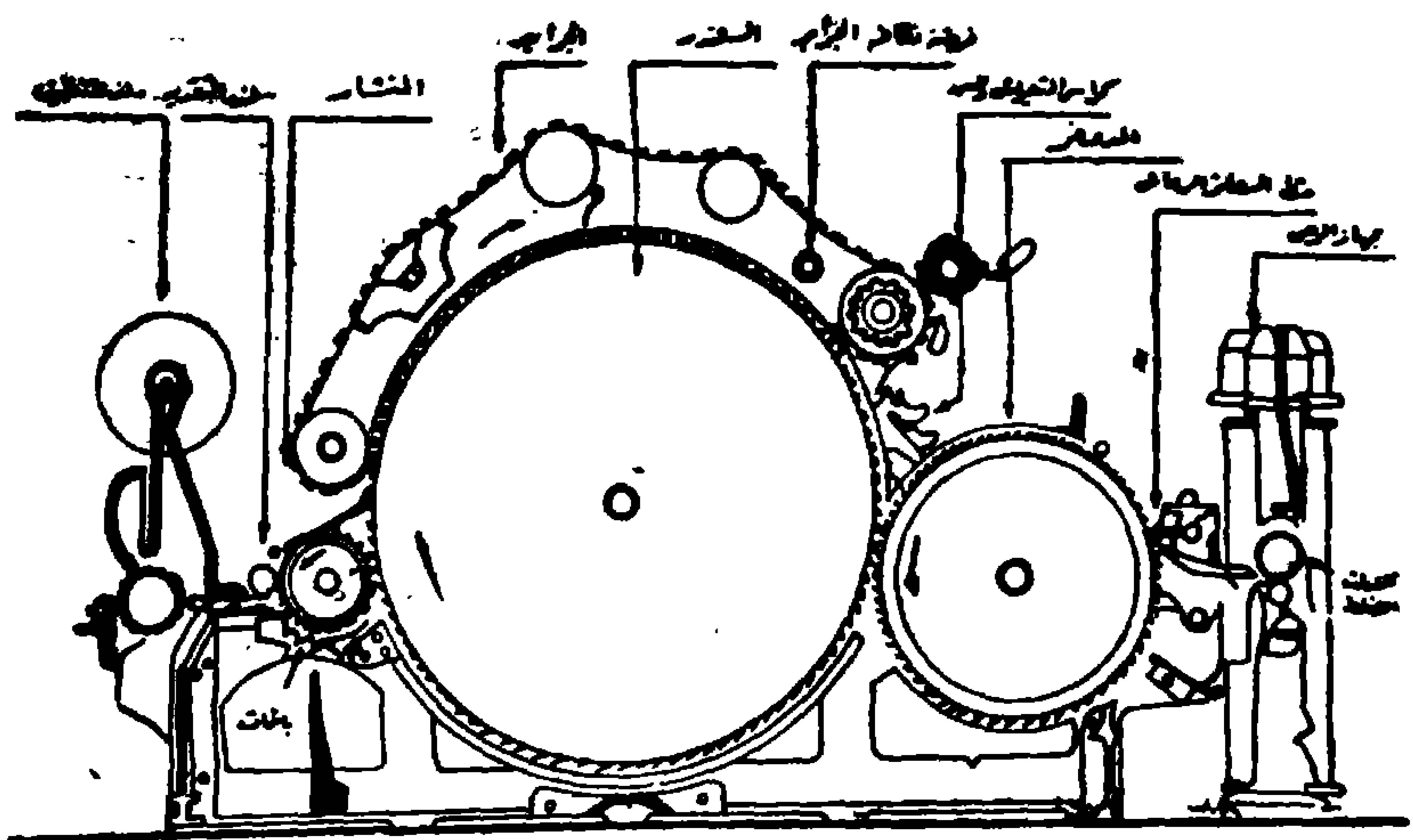
هناك أنواع عديدة من ماكينات الكرد مبنية كلها على نظرية اساسية وهى تسريح القطن بين سطحين مغطى كل منهما بإبر ويتحركان فى اتجاهين عكسيين أو فى اتجاه واحد بسرعتين مختلفتين والغرض من هذه العملية هو:

١ — تفتيح القطن تفتيحا كاملا بحيث تنفصل كل شعيرة قطن عن الاخرى ولا يتبقى منها كتل أو خصلات .

٢ — تنظيف القطن تنظيفا تاما ليتخلص مما قد تبقى فيه من شوائب وزيادة نسبة خلط الشعيرات بعضها ببعض لزيادة الانسجام بينهما والتخلص من الشعيرات القصيرة جدا التى تسبب خفض متانة الخيط التى قد تؤثر ايضا على انتظاميته .

٣ — جعل شعيرات القطن مستقيمة وتحويل ملفات القطن الى شريط منتظم مستدير بدون برمات بحيث يكون وزن المتر الطولى منه مناسبا لنمر الخيط المطلوب .

وتعتبر عملية الكرد من اهم العمليات لاعداد القطن الخام لتقبل عمليات الغزل التالية مثل التمشيط والسحب والشكل (١٦) يوضح احدى ماكينات الكرد المستخدمة .



شكل (١٦) ماكينــة الكرد

ـ التمشـــــيط (Combing)

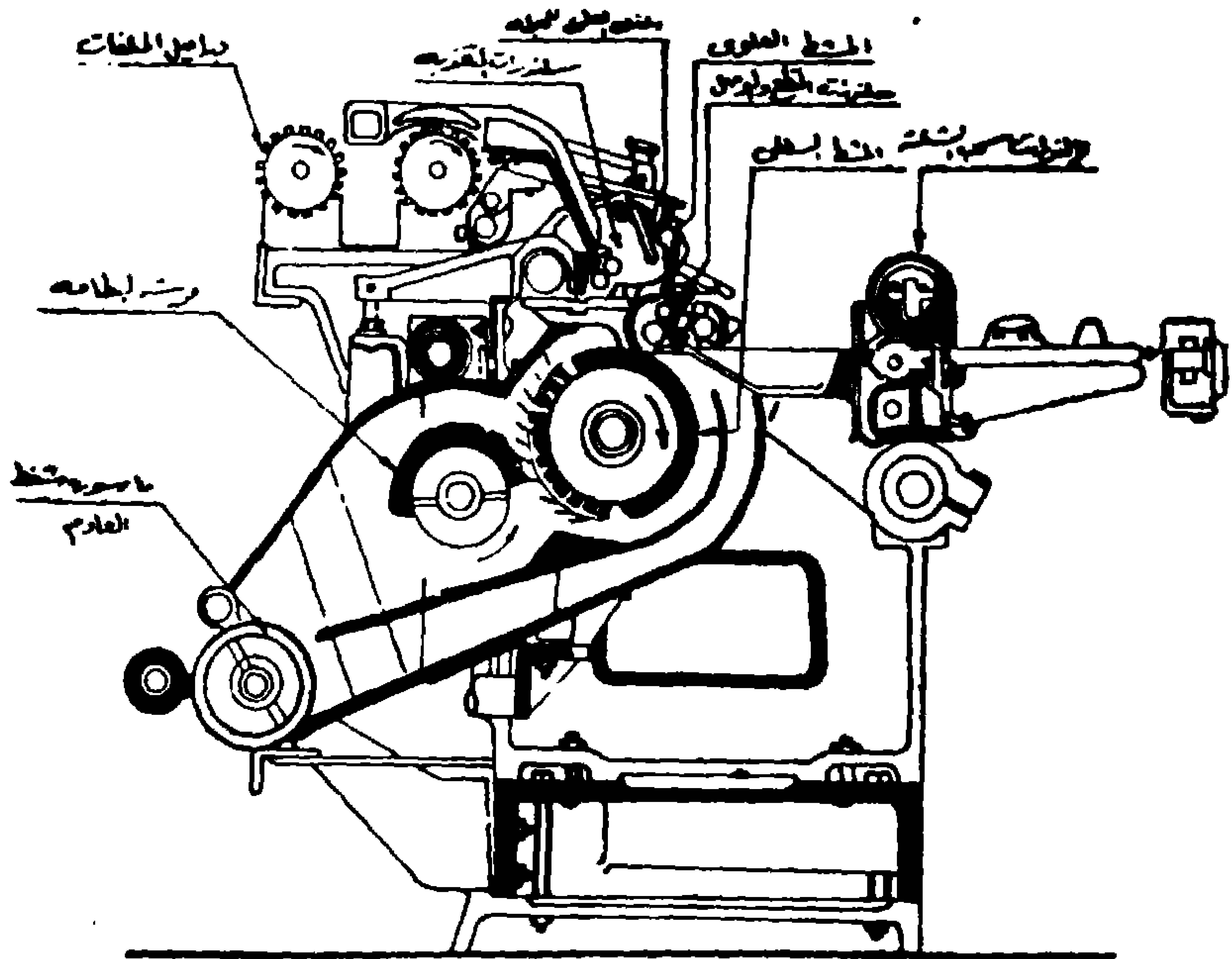
تنقسم الخيوط القطنية اســاسا الى نوعين وهما المســرح والمشط . فبينما يتم غزل الخيط المســرح من شريط الكرد مباشرة ويخصص للخيــوط السميكة والمتوسطةــ فان غزل الخيوط المشطة ، والتى تستعمل للخيــوط الرفيعة ، يمر بعملية اضــافية للتخلص من اكبر قدر ممكن من الشــعيرات القصيرة الموجودة فى القطن وهى عملية التمشيط .

وتختلف نسبة التمشيط اى نسبة وزن الشعيرات القصــيرة المستبعدة الى الوزن الكلى للقطن تبعا لخــواص القطن ونمرة الخيط المراد غزله وصنف الفتلة المراد الحصول عليها وذلك فيما بين ٥ ــ ٢٥ ٪ .

ويتخلص القطن اثناء تمشيطه من جميع الشوائب التى تكون متبقية فيه بعد تسريحهفى ماكينة الكرد كما انه يتخلص ايضا من العقد « Neps » التى تكون قد تكونت اثناء الحليج او اثناء الكرد .

وبعد التمشيط تصبح شــعيرات الشريط الناتج من عملية التمشــيط مستقيمة ومتوازية مما يكسب الخيط زيادة فى الانتظام والمتانة واللمعان ــ كما ان انسجام طول الشعيرات فى الشريط يسهل اجراء عمليات السحب فى جميع العمليات التالية ــ وخلو الاقطان من الشوائب والعقد وخاصة فى الشعيرات القصيرة يسمح بغزل خيوط رفيعة تصل الى نمرة ٢٠٠ (نمرة انجليــزى) او اكثــــــر .

والشكل (١٧) يوضح احدى ماكينات التمشيط والاجزاء المختلفة بها .



شـــكل (١٧) ماكينة التمشـــيط

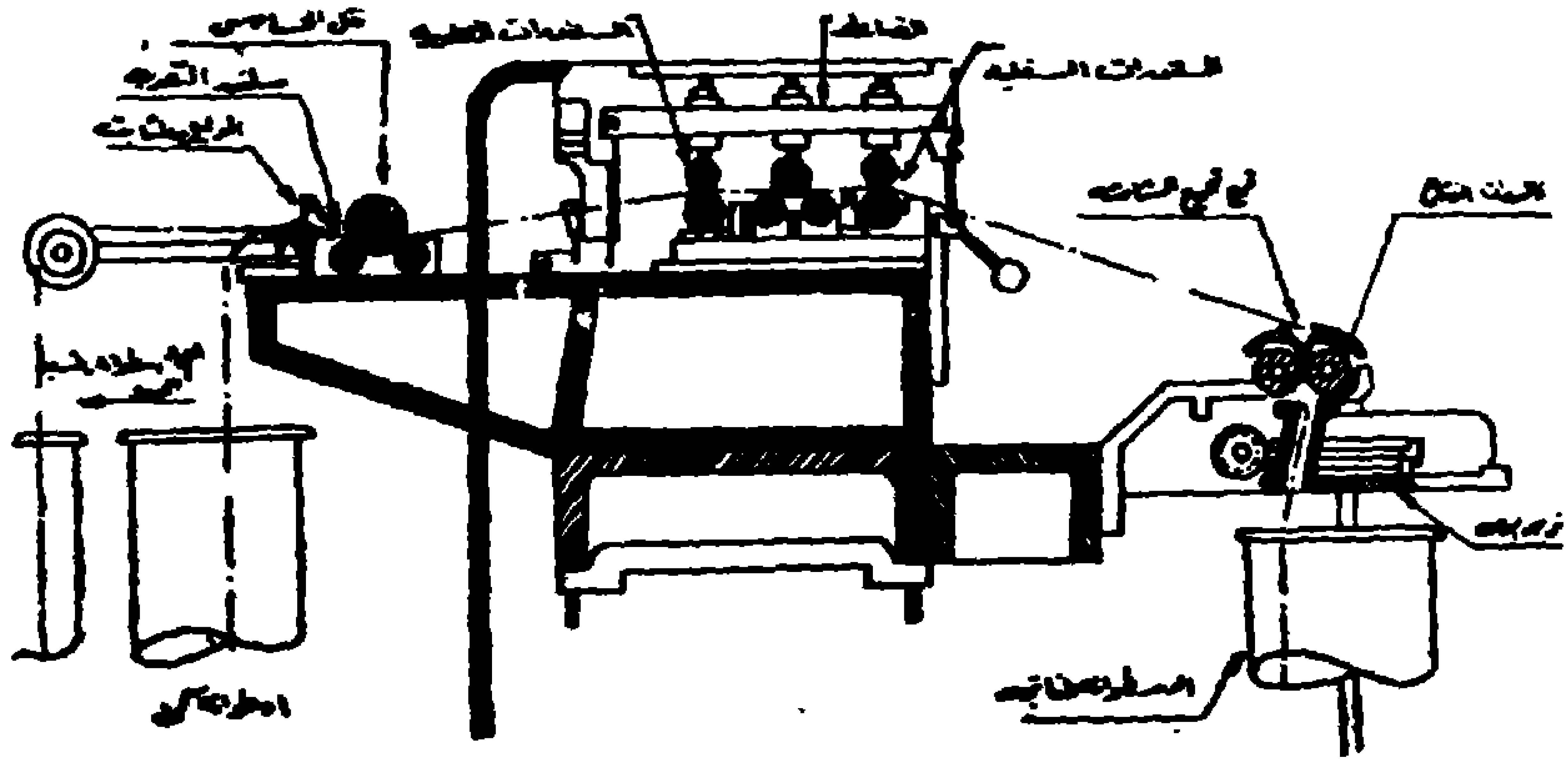
هـ ــ الســــــــحب (Drawing)

الغرض من هذه العملية هو دمج الشـرائط النــاتجة من عمليات الكرد أو التمشـيط مع بعضها وسحبها لينتج عن ذلك شريط أكثر انتظاما وانسـجاما يساعد على تحسين عمليات الغزل التاليــــة .

ففى هذه العملية تمر كل من الأشرطة المسرحة (انتاج ماكينات الكرد) التى سوف تغزل الى خيوط متوسطة أو سميكة وكذلك الاشـــرطة الممشطة (انتاج ماكينات التمشيط) التى سـوف تغزل الى خيــوط رفيعة على عمليات سحب فى ماكينات ســـحب متتالية لتصلح فى الاصناف الاولى عدم انســـجام شعيراتها وعدم انتظام شريطها وفى الثانيـــة ما قد تكون قد فقدته من انتظام

اثناء تمشيطها ويتم ذلك على مرحلتين بالنسبة للخيوط المسرحة وثلاثة مراحل فى الخيوط المشطة على ماكينات متشابهة تماما ومتتالية الواحدة بعد الاخرى .

والشكل (١٨) يوضح احدى ماكينات السحب المستخدمة .



شكل (١٨) ماكينة السحب

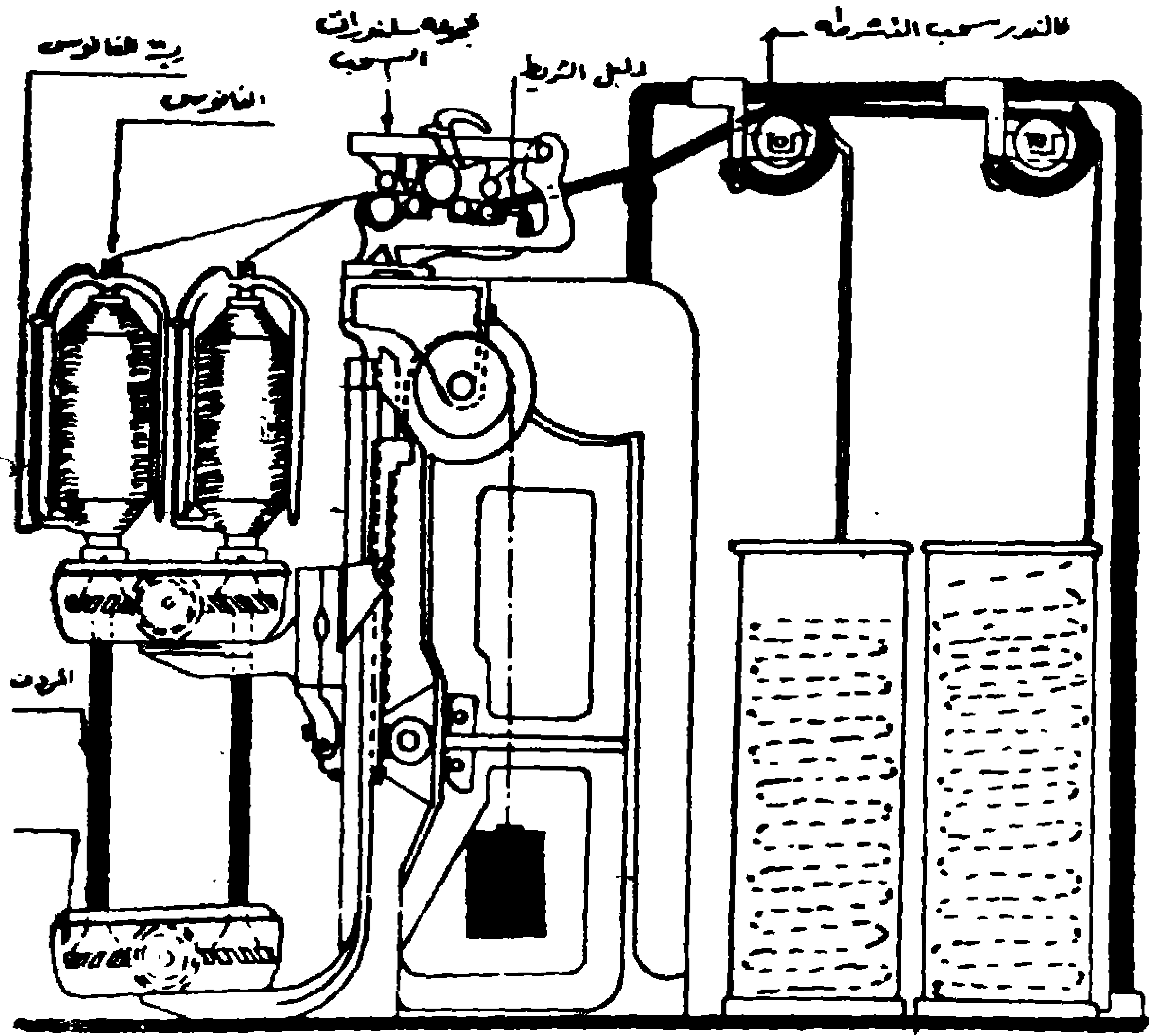
و — البرم (Roving)

الهدف من عملية البرم هو اختزال سمك الشريط (Sliver) تدريجيا وعلى مراحل فى ماكينات برم متتالية مع اعطاء كل مبروم (Roving) ناتج من كل ماكينة بعض البرمات تكفى لتماسك شعيراته مع بعضها فتتحمل الجر فى العملية التالية وفى نفس الوقت لا تعوق سحب الشعيرات المكونة له .

وماكينات البرم المتتالية متشابهة تماما نظريا ولا تختلف الا فى حجم اجزائها وحجم بكرة المبروم وسمك المبروم الناتج — وتستعمل عادة ماكينة برم

واحدة للخيوط السميكة وماكينتين متتاليتين للخيوط المتوسطة وثلاثة للرفيعة واربعة للرفيعة جدا .

والشكل (١٩) يوضح ماكينة البـــرم المستخدمة .

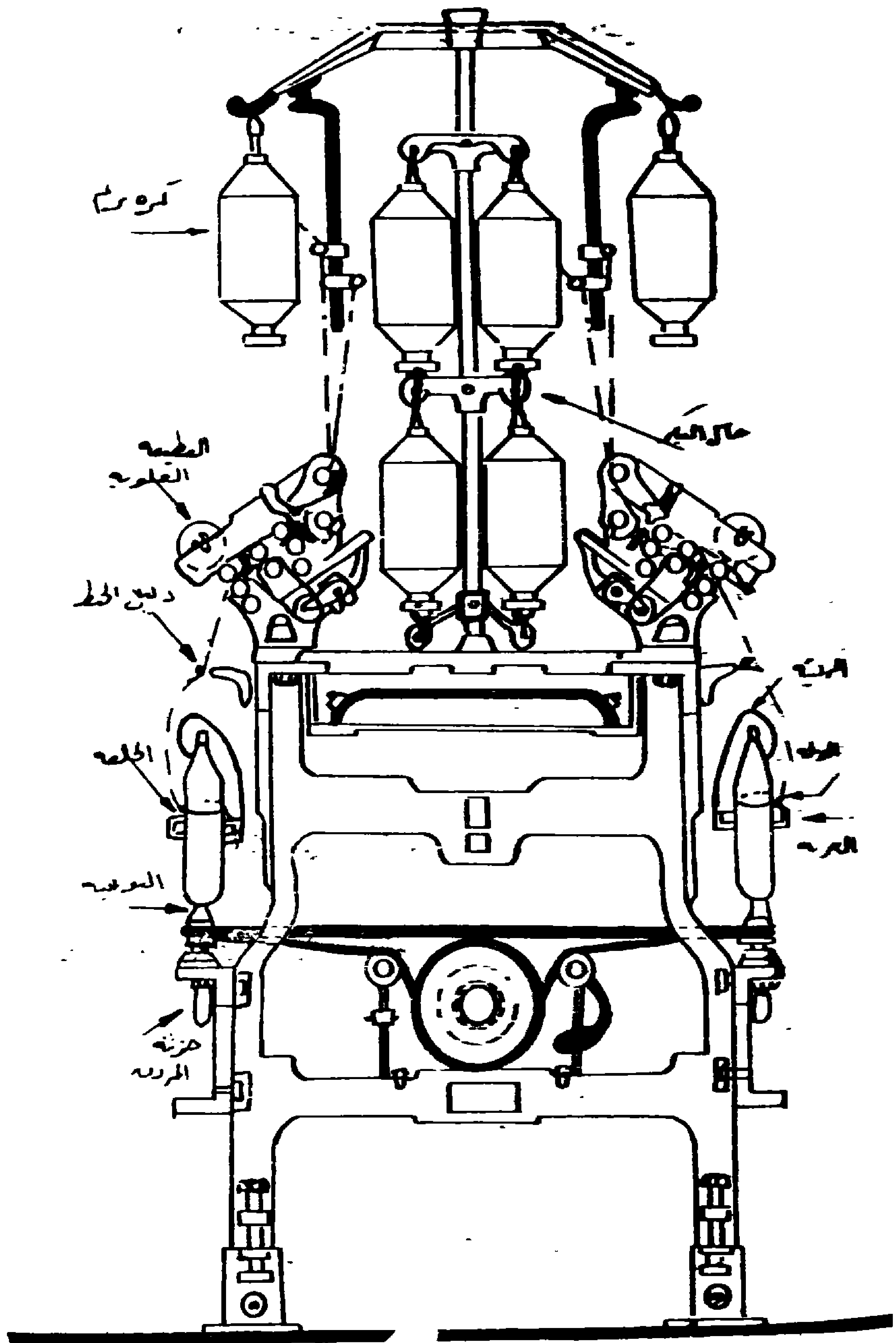


شـــــكل (١٩) ماكينـــــة البـــــــرم

الغـــزل النهـــائى (Spinning)

الغرض من هذه العملية هو تحويل آخر مبروم وصل اليه القطـــن الى خيط محدد النمرة اى محدد السمك والبرمات وتستعمل لها ماكينات تتراوح عدد مرادنها من ٣٦٠ الى ٥٠٠ تبعا لنوع الملكينة ونمر الخيوط المراد غزلها .

والشكل (٢٠) يوضح احدى ملكينات الدبل المستخدمة .



شكل (٢٠) ماكينة الغزل

٤ ـ العمليات الاضافية بعد غزل الخيوط

وهناك بعض العمليات الاضافية التى تجرى على الخيوط المغزوله مثل :

١ ـ التدوير　　　٣ ـ حرق الوبرة　　　٥ ـ تدوير الشلل

٢ ـ الزوى　　　٤ ـ تبخير

ويتوقف اختيار العمليات اللازمة على الخيط النهائى المطلوب .

١ ـ التدوير (Winding)

الغرض من هذه العملية هو وصل الفتل الناتجة من مرحلة الغزل النهائى والموجودة على بوبينات الغزل الواحدة بالتى تليها للحصول على خيطا طويلا مستمرا يتناسب مع المراحل التالية وايضا للتخلص من العيوب الناتجة عن مرحلة الغزل النهائى وذلك بلفها على بكرات مخروطية الشكل ويتم لف أو تدوير الخيط على المخروط بحركة ذهاب واياب منتظمة تحت شدد يتناسب مع نمرة كل خيط .

ب ـ الزوى (Doubling)

الزوى هو عملية ضم فتلتين او اكثر على بعض ولفهما بعدد من البرمات لينتج منها خيطا واحدا أقوى من الذى يغزل من خيط بنفس السمك .

جـ ـ حرق الوبرة (Singeing)

تجرى هذه العملية على الخيوط خاصة المزوية منها للتخلص من الشعيرات التى تظهر عليها فى شكل وبرة والتى تشوه الاقمشة بعد نسجها كما تفسد أيضا صباغتها وطباعتها ويتم حرق الوبرة

للخيط فى ماكينة حرق الوبرة اثناء مروره اما فى لهب شعلة من غاز الاستصباح أو فى شمعة كهربائية بها سلك مقاومة متوهج حيث يخرج الخيط من المخروط الموضوع على تركيبة الماكينة ويمر باللهب بسرعة كافية تسمح بحرق وبرته بدون حــرق الخيط نفسه ويتم بعد ذلك تدويره مرة اخرى .

د ــ تبخيــر الخيــوط (Twist setting)

الغرض من هذه العملية هو تثبيت برمات الخيط بواسطة عملية تبخـــير اى تشبع الخيط بالماء فتستقر الخيــوط ويتوقف التوائها اثناء كرها ــ والتى تسبب كثيرا من المشـــاكل لو تركت خاصــة اثناء نســـجها .

هـ ــ تدوير الشــلل (Reeling)

تلف الخيوط فى ماكينة الشلل على صنبور يسمى « تيــار » تنتج عنه شللا ذات اطوال واوزان محــددة ثم تعبأ هذه الشلل بنظام خـــاص فى شكل رزم ذات اوزان ثابتة ثم تكبس هذه الرزم فى بالات

٥ ــ عمليات تحضير الخيوط قبل النسيج

يطلق على العمليات التى تقع فيما بين عمليات تحويل شعيرات القطن الى خيوط وبين عمليات تحويل الخيوط الى اقمشة اى بين عمليات الغــزل وعملية النسيج اسم « تحضيرات النسيج » وذلك لانها تتكون من ســلسلة من العمليات المتتالية الغرض منها اعداد خيوط الغزل لتحمل الجهد الذى يقع عليها اثناء القيام بعملية النســـيج وكذلك تنظيم أوضاع هذه الخيـــوط تبعا لمواصفات معينة تلائم القماش المراد نسجه للحصول على مستويات انتاج عالية .

وتنقسم الخيوط المستعملة للاقمشة المنسوجة على انوال النسيج الى مجمـــوعتـــــين :

خيــوط اللحمـــــــه

وهى الخيوط العرضية فى تكوين القماش ولهذه الخيوط عملية تحضير واحدة تسمى « تدوير اللحام » أو « تدوير اللحمـــة » .

خيـــــوط الســـــــداء

وهى الخيوط الطولية فى تكوين القماش وتسمى أيضا « خيوط القيام » ولها سلسلة من التحضيرات المتتالية خاصة بها تسمى « تحضيرات السداء » والتى تشمل عمليات التسدية فالتبويش ثم الاشتياك فاللقى والتطــريح ثم تركيب المطوى على النـــول .

ونظرا لأن معظم هذه العمليـــات هى عمليات ميكانيكية بحته نســـوف نركز فقط على عملية « التبويش » لما لها من علاقة وثيقة بالتحضيرات الابتدائية فى تجهـــيز الاقمشــــــــة .

تبـــويش خيـــوط الســـداء (Sizing)

عملية تبويش الخيوط من أهم العمليات التحضيرية لتحسن قابلية خيوط السداء للنسيج ولمنع تعرضها للتقطيع تحت تأثـــير الاجهادات التى تقع عليها بسبب الشد والاحتكاك اثناء نسجها على النول لذلك يلزم اكساب الخيـــوط متانة قد تصل الى ٢٠٪ أو اكثر من متانتها الاصـــلية باشباعها بمادة بوش لزجة تلصق شعيرات الفتلة بعضها ببعض بدون المساس تقريبا بمرونتها أو مطاطيتها اللازمتين اثناء نسجها كما يلزم أيضـــا تخفيض معامل الاحتكاك بين الفتلة واجزاء النول بتغطيتها بغشاء منتظم من مادة بوش لاصقة متماســـكة ولينة وغير قابلة للتجلط لتحميها اثناء احتكاكها بأجزاء النول كما تكون غـــير عازلة للرطوبة اللازمة للخيوط أثناء عمليات النسيج .

وعملية التبويش هى عملية مؤقتة وان المادة المستخدمة يتم التخلص منها فى اولى مراحل التجهيز لذا فانه يجب أن تكون سهلة الإزالة وتستخدم مـــادة

البوش بنسبة ٨ الى ١٢٪ للاقطان فى الحالات العادية وحوالى ٣٪ للحرير الصناعى .

ويتكون البوش من العناصر المختلفة الاتيـة :

١ — المواد اللاصقة (Adhesive Substance)

وهى مواد لزجة نشوية او دكسترينية أو صمغية تستطيع أن تتخلل بين الشعيرات لتلصقها ببعضها وتزيد متانتها وتنقسم المواد اللاصقة كالآتى :

ا — المواد النشوية

وهى المستخرجة من الارز او البطاطس او البطاطا او الذرة او الساجو أو التابيوكا او غيرها من النباتات .

ب — المواد النشوية المحولة

وهى المواد المحولة كيميائيا من المواد النشوية الطبيعية الى مواد انقى واكثر فاعلية مثل الدكسترين (الصمغ الانجليزى) .

جـ — المواد الصمغيـة

وهى كلها من اصل نباتى وأنواعها متعددة مثل الصمغ العربى وصمغ الخروب — وصمغ الخروب ناعم الملمس ولا يحتاج الى اضافة مواد ملينة او مطهرة عند طبخه .

د — الجيلاتين والغـراء

وهى مستخرجة من مخلفات الحيوان (حوافرها وقرونها) وتستعمل فى تبويش الالياف الصناعية .

هـ — بعض المواد الاخرى التى تستعمل فى اغراض معينة

وهى مثل الالجينـــات المستخرجة من الاعشـاب البحـــرية وكذلك بولى فينيـل الكحول المســـتعملة فى خيوط النـــايلون او الالياف التـــركيبية .

٢ — المواد الملينة والمواد المطرية (Emollient and Softener)

المواد الملينة تمنح الفتـــلة قدرة على الانثنــاء والانفراد بدون أن تفقد متانتها كما تعطى المواد المطرية للفتلة ملمسا ناعما تساعدها على الانزلاق فى نير ومشط النول وتستخدم هذه المواد بنسب معينة ومن هذه المـــواد :

ا — الشـــحوم الحيوانيـة

وتستخرج من الأغنام والابقار .

ب — الزيـــوت النباتيـــــة

وتستخرج من بذور القطن والزيتـون والخروع والبـــلح واشهرها الزيت الأحمـــر التركى ولا يفضل استخدام الزيـــوت المعدنيـــــة .

جـ — الشـــــــــموع

مثل شمع النحل والشمع اليابانى المستخرج من النخيـــل وشمع سبرماسيتى المستخرج من الحيتان — ولاتســـتخدم هذه الشموع فى حالة الاقمشة المراد صباغتها و طباعتها لصـــعوبة ازالتها بالغسيل العادى ، ومن المواد التجارية مادة
(BASF) Textile Wax W , Siligen WL

د — الصـــــــابون

ويستخدم بتركيز مرتفع .

هـ ـ الجلســــرين :

يستخدم كمادة ملينة وهو فى نفس الوقت له خواص التطهير والتعقيم والتمييع .

٣ ـ المــواد الميعـــة (Deliquescent

تعمل المواد على امتصاص الرطوبة اللازمة للخيوط لتجعلها صالحة للنسيج ومن هذه المواد كلوريد المغنسيوم أو الكالســيوم النقية وكذلك الجلســرين والزيت التركى .

٤ ـ المـاد المطهـــرة (Antiseptic)

وتستخدم هذه المواد لتمنع تعفن ومقاومة البكتيريا التى قد تتولد فى البروتينات الموجودة فى مواد البوش وتنقسم الى قسمين :

ا ـ المواد العضــوية

مثل حامض الفنيك وحامض الكربوليك المستعملين لرخص ثمنهما برغم رائحتهما النفاذة كذلك حامض السليسيلك ومشتقاته والتيمول والفورمالين والجلسرين .

ب ـ المــواد الغير عضــوية

وتشمل كلوريد الزنك وكبريتات النحاس (الزرقاء) وكلوريد الصوديوم وحامض البوريك .

تحضير وطبخ البوش (Cooking)

ليس هناك قاعدة ثابتة فى اختيار العناصر المختلفة المكونة لطبخة البوش انما تعتمد هذه على التجارب المختلفة التى تساعد فى اختيار الخطه المناسبة للخامة المطلوبة وهي تعتمد على الخبرة المتـاحة وعلى نوع الخامة المطلوبة

وايضا على نوع الخيوط مسرحة كانت او ممشطة وعدد برماتها وكثافة فتــل السداء وحدفات اللحمة فى القماش المراد نسجه .

الفصل الثاني

التحضير الابتدائي للأقمشة

يطلق على عمليات التحضير التي تسبق مرحلة التبييض اسم التحضير الأولى أو التحضير الابتدائي وتبدأ من مرحلة تسليم الخامات الى قسم الخام الخاص حتى تصل الى أولى مراحل التبييض وتشمل عمليات توصيل الاثواب الحليق ، حرق الوبرة وإزالة مواد البوش .

قسم الخام

يستقبل قسم الخام الاقمشة مختلفة الانواع حيث يتم فرزها والتأكد من خلوها من العيوب ثم يوضع كل نوع من تلك الاقمشة على حدة على هيئة طبقات فوق بعضها متساوية العدد وتتراوح الطبقة الواحدة من ١ الى ١٦ ثوبا حسب نوع القماش واستيعاب القسم .

ويراعى في هذه المرحلة عدم ترك الاقمشة لمدد طويلة حتى لاتكون عرضه للعفن والبكتريا كما تكون مرتبة في طبقات منفصلة بينهما ممرات يسهل الاهتداء اليها وتناولها خاصة في حالة حدوث حريق كي يسهل محاصرته .

وترسل الطلبات الى قسم الخام موضحا عليها البيانات اللازمة من حيث النوع وعدد الاثواب المراد تحضيرها ثاعمل كذا المراحل المختلفة الواجب المرور عليها في عمليات التحضير والصباغة والتجهيز ويعطى لكل طلبية نمرة خاصة تعرف بها في المصنع .

عملية توصيل الاثواب

الغرض من هذه العملية هو الحصول على قماش متصل يسمح طوله بإجراء العمليات التالية بدون توقف وبطريقة اقتصادية .

وترد الاثواب اى المقاطع من مخزن الخام ويتم ... منها فى عربة بشكل لوط وتترك اطراف الاثواب خارج العربة ... الواحدة تلو الاخرى للحصول على الطول المطلوب (حوالى ... ٢ متر) للعملية التالية .

وتتم عملية حياكة اطراف الاثواب (مع مراعاة تقارب عروضها) على ماكينة الحياكة حيث يخاط فيها نهاية احد المقطعين ببداية الآخر بدون عمل طيات وبدون ان يغطى طرف احد الاثواب طرف الآخر لتفادى زيادة سمك الوصلة عن القماش زيادة قد تؤدى الى تلف الدرافيل التى تمر عليها فى العمليات التالية ثم تنقل هذه العربات بعد ذلك الى عملية ازالة الوبرة .

ازالة الوبـــــرة

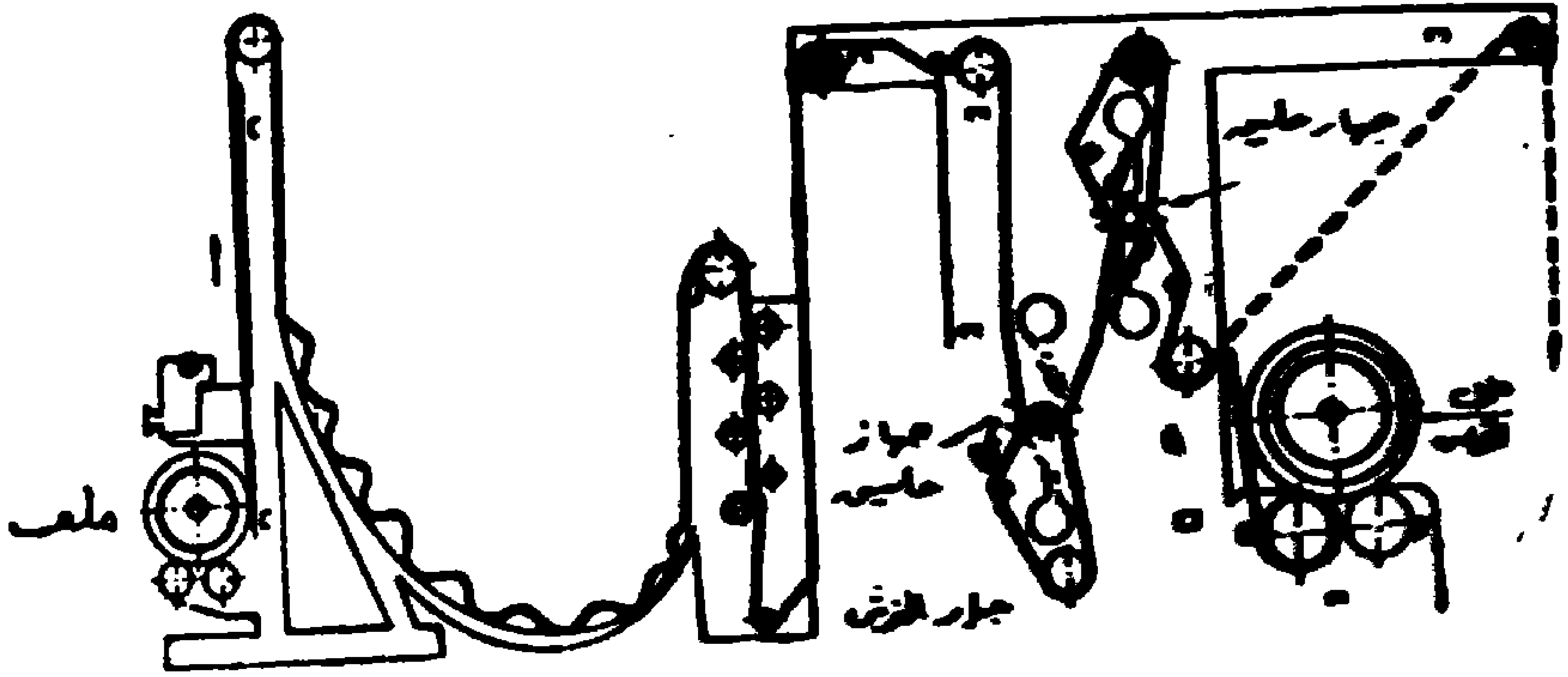
تحتوى شعيرات القطن على نسب مختلفة من الشعيرات غير الناضجة والميتة وهذه الشعيرات تختلف عن الشعيرات الناضجة فى طبيعتها من حيث رقة الجدار السليلوزى وزيادة نسبة المواد البروتينية و ... والسكرية وقلة الالتواءات فى الشعرة مما يجعلها تتكور حول نفسها ... عملية النسيج مسببة بذلك وبرة ترى بوضوح على سطح المنسوجات ... .

ولقد وجد بالتجربة ان الوبرة الموجودة على القماش تمتص كمية اكبر من الصبغة عن القماش نفسه وتعطى ظلا أعمق لذا يلزم ازالتها حتى يمكن الحصول على قماش متجانس اثناء صباغته .

وتتم عملية ازالة الوبرة فى الصناعة اما بطريقة الحليق أو بطريقة حرق الوبرة أو بكلاهما .

عمليـــــة الحـــــليق (Sheering)

تتم عملية الحليق من طريق تمرير القماش في ماكينة حليق كما في شكل (٢١) بها من ٢ الى ٦ اجهزة حليق تبعا لاصناف الاقمشة المراد حلاقتها .



شـــكل (٢١) ماكينـــة الحليـــق

ويتكون كل جهـــاز من اسطوانة بعرض الماكينـــة تدور حول محورها ومثبت حول محيطها عدد من الاسلحة (من ٨ الى ١٧ حسب اصناف الاقمشة المراد حلقها) حلزونية متوازية بطول الاســـطوانة (Spiral Blade) ويركب تحت الاسطوانة وعلى مســـافة نصف ملليمتر او اكثر من الاســـلحة الحلزونية سلاح طويل بعرض الماكينة (Ledger Blade) . ويتبـــع كل مجموعة « قمـــــــع » طويل يمتد بعرض الماكينة وهو مثبت فوق الأسطوانة وأسلحتها ومتصل بالجهاز العام لشفط الهواء التابع لماكينـــة الحليق . كما يسبق كل مجموعة حليق فرشة بعرض الماكينة ايضا تدور حول محورها وتستمد حركتها من الماكينة .

وتتم عملية الحليق بتمرير القماش في الماكينة من مجموعة الى اخرى لتحلق كل منها أو تعيد حلاقة كل من وجه القماش وظهـــره — ويمر القماش اولا على الفرشة التى تخلص اطراف الزغب الطائفة التى تنتصب بعد ذلك عندما تصل الى قمع شفط الهواء وتمر بين الاسلحة الحلزونية وبين السلاح المسطح فتحلق وتشفط في خزانة العـــوادم — اما القماش نفسه يمر من تحت جهـــاز الحليق وليس من بين الاسلحة الحلزونية والسلاح المسطح .

ويخرج القماش مفـروداً من ماكينة الجليق (بسـرعة من ٨ الى ١٠ متر / دقيقة) ويرص فى طبقات على عربات لنقله الى الى ماكينة لف حيث يلف بشدد منتظم على حامل اسطوانى بطول ٦٠٠٠ متر تقريبا .

ولا تستخدم هذه الطريقة دائما فى كثير من المصانع ويكتفى بطريقة حرق الوبرة وهى الاكثر انتشارا .

حـــريق الوبـــرة (Singeing)

تزال الوبرة فى الصناعة بامرارها على ماكينات حرق الوبرة التى تعرف احيانا باسم الفرن (Singe) على ان تتم هذه العملية بانتظام او بكثـافة واحدة لانها قد تؤثر على مايلى ذلك من عمليات كالتبييض والتحرير والصباغة نظرا لما يتعرض له من درجة حرارة عالية قد تؤثر على بعض صفات الشعرة القطنية خاصة من حيث قدرتها على الامتصاص .

وتفضل عملية حرق الوبرة حيث أنها تهاجم اساسا شوائب بذور القطن والشوائب الخشبية بالحريق بالاضافة لتنظيف سطح المنسوجات من الشعيرات القصيرة ولذلك يجب مرور القماش مفرودا جيدا على المصدر الحرارى — مع ضرورة تفادى اى كسر او تجعدات فى القماش — حيث يتكون اكسـيد السليلوز جزئيا نتيجة الاشتعال وبذلك يكون الجزء المثنى من القماش قريبا جدا من مناطق الاشتعال وينتج عنه نسبة عالية من أكسيد السـليلوز يتميز بظهور خطوط طويلة بعد الصباغة فى نفس مكان الثنايا من القماش الخـام التى مرت على ماكينة الحريق ، اما الشعيرات التى بين الثنايا فلا تكون قد تم لها حريق جيدا مثل باقى السـطح .

وتنقسم ماكينات حرق الوبرة المستعملة الى ثلاثة انواع :

١ — ماكينات ذات الواح نحاسية ثابتة .

٢ — ماكينات ذات اسطوانات معدنية متحركة .

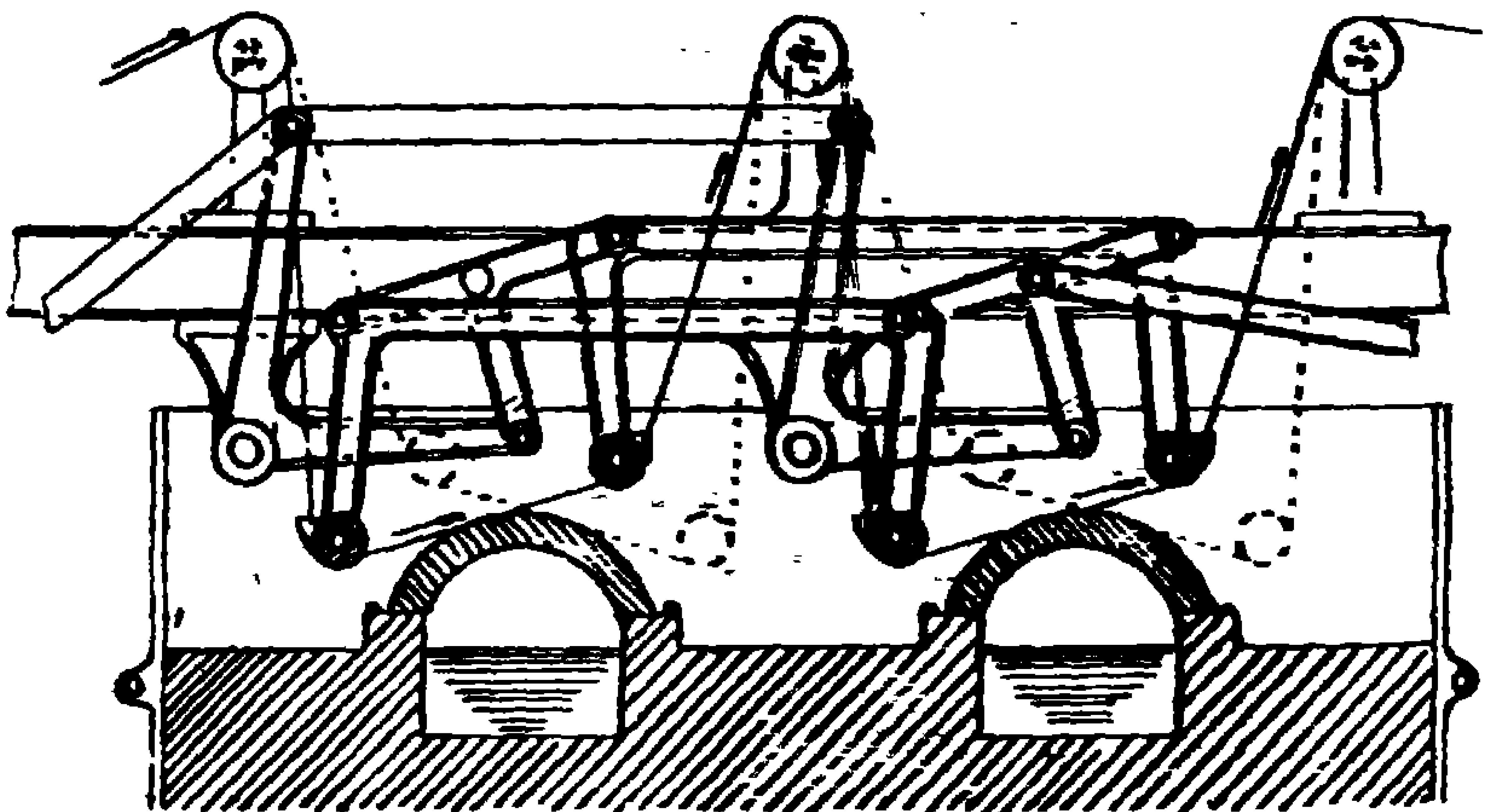
٣ — ماكينات ذات اللهب المباشر « الغـاز » .

١ — ماكينات حرق الوبرة ذات الالواح النحاسية الثابتة
(Plate Singeing Machine)

تتكون هذه الماكينة من لوحين من النحاس سمك اللـــوح الواحد ١ — ٢ بوصة ومنحنى على شكل قوس ⌒ وتسخن هذه الالواح لدرجة الاحمرار بواسطة افران ويمر القماش على هذه الالواح ماسا لها بسرعة عالية تتراوح بين ١٥٠ — ٢٥٠ ياردة فى الدقيقة الواحدة ويوجد لهذه الالواح من الماكينات محرك اتوماتيكى يغير من مكان تماس القماش للجزء المحمى من اللـــوح حتى لا يبرد ولا يتآكل دون غيره من الاجزاء .

وفائدة الحريق لوبرة القماش باســـتخدام هذه الماكينه انه يتم حـــرق الوبرة السطحية فقط بكفاءة تاركة حريق الشعيرات الداخلية فى خيوط النسيج وبذلك يمكن لسطح القماش ان يحمل معاجين الطباعة بنسبة اكبـــر وتعطى طباعة جيدة ويلاحظ ان القمـــاش الذى يتم حرقه على هذه الماكينـــة سميكا وليس به بروزات تأثيرية فى النسيج للسطح تفاديا لتأثيرها فى عملية الحريق .

والشكل (٢٢) يوضح مرور القماش على اللوح النحاسى .

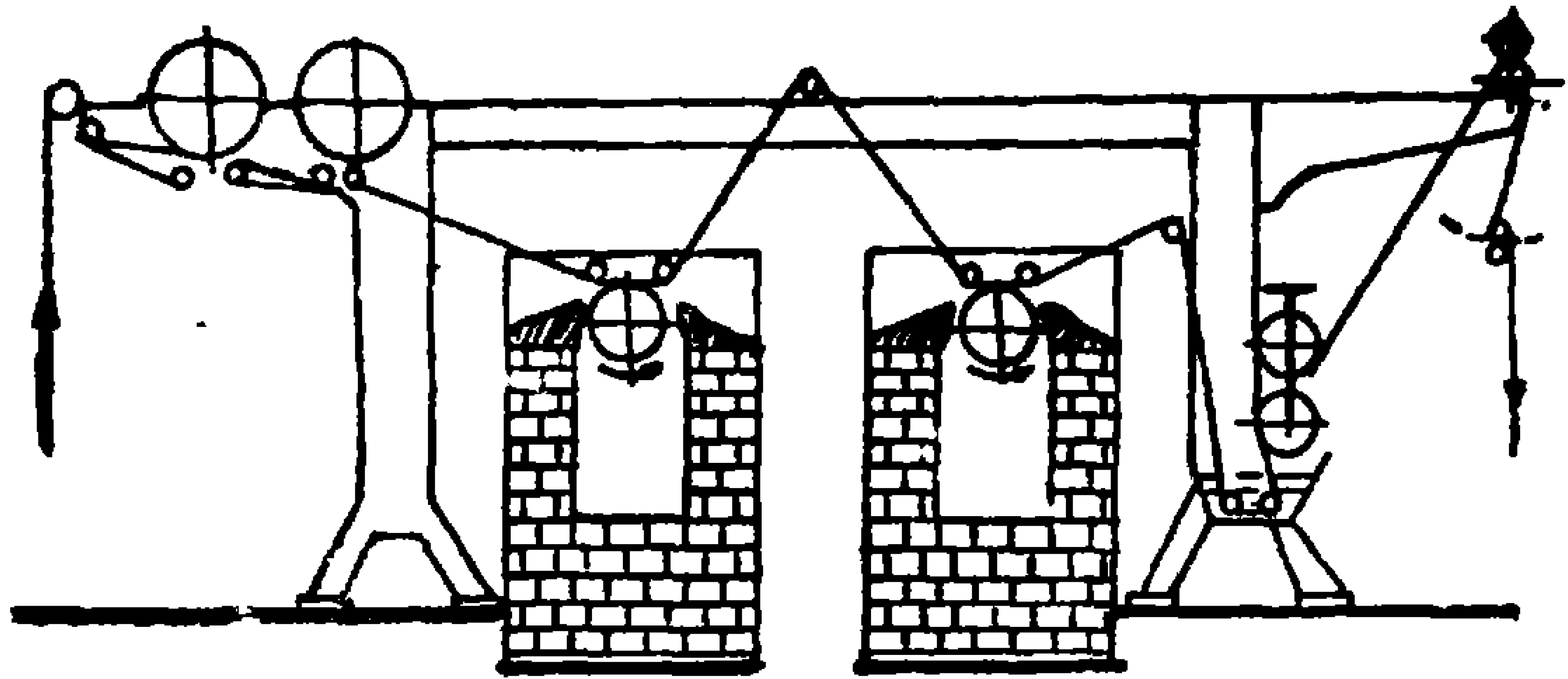


شكل (٢٢) ماكينة حريق الوبرة ذات الالواح النحاسية الثابتة

٢ — ماكينات حرق الوبرة ذات الاسطوانات المتحركة
(Rotary Cylinder Machine)

استخدمت هذه الطريقة فى حرق الوبرة للتغلب على الصعوبات الناجمة من استخدام طريقة الالواح النحاسية وقد صنعت هذه الاسطوانات أو الالواح الدائرية بطريقة تجعل فكها أو تثبيتها على محورها يتم بسهولة ويسر . وامكن بذلك توفير جزء كبير من ثمن اسطوانة التسخين فى حالة استهلاك معدنها أو استبداله .

اما حجم الفرن المستخدم فى تسخين هذه الاسطوانات فيصمم بحيث يسمح بتسخين الاسطوانة أو الجزء منها المساوى لعرض القماش فقط . ويستخدم فى هذه الماكينة ضابط للحرارة ويعمل اتوماتيكيا وينظم باستمرار درجة حرارة اسطوانة التسخين اذا فرض وحدث فيها تغير لتغيير حالة القماش المار فوقها كما أن دوران اسطوانة التسخين فى اتجاه عكسى لاتجاه القماش يساعد على رفع وبرة القماش مما يجعلها مناسبة تماما لحرق وبرة اقمشة القطيفة والاقمشة ذات الوبرة العالية والشكل (٢٣) يبين ماكينة حرق الوبرة بهذه الطريقة .



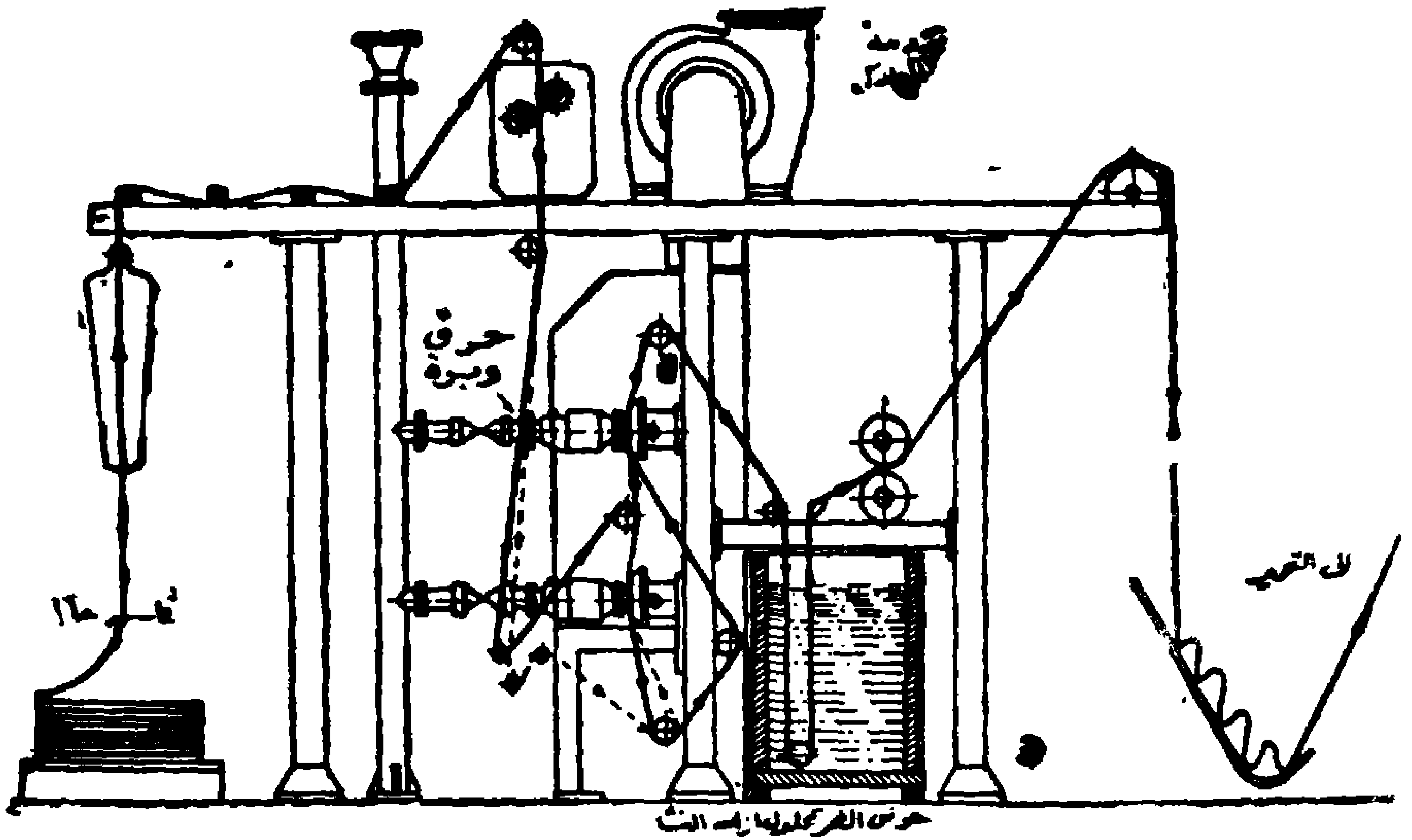
شكل (٢٣) ماكينة حرق الوبرة ذات الاسطوانات المتحركة

٣ — ماكينات حرق الوبرة باللهب المباشر (الاستهوف والكرومانيك)

تعتمد هذه الماكينات على استخدام مخلوط من الهواء وغاز الاشتعال لتعطى شعلة مباشرة للقماش المار . وهذه الماكينات مخصصة لحرق المنسوجات التي يكون سطحها غير منتظم وكذلك ذات النسيج المفتوح حيث

أن الشعلات تتمكن من حريق شعيرات الخيوط النسجية المتداخلة بالاضافة لتلك التى تتشابك على سطح النسيج .

ويرى فى الشكل (٢٤) الماكينة المستخدمة .

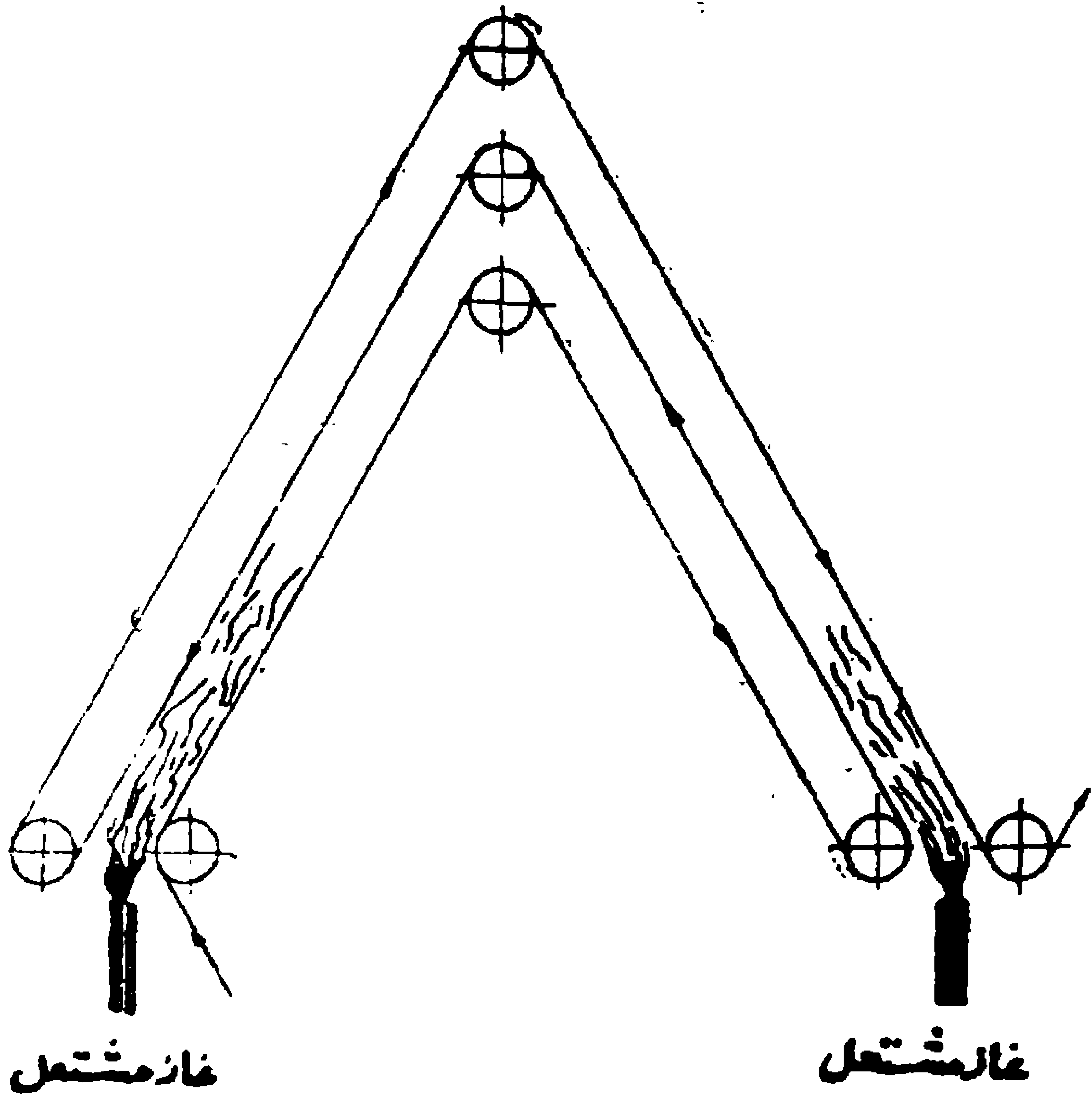


شكل (٢٤) ماكينة حرق الوبرة باللهب المباشر

وهناك بعض ماكينات حديثة يمر فيها القماش فى مسيرة ماثلة ذهابا وايابا داخل الماكينة (على مسافة حوالى متر واحد) مكونة بذلك طبقات متباعدة بين كل طبقتين منها فجوة مفتوحة بعرض الماكينة تسمى « جيب » (شكل ٢٥) ثم يسلط لهب الشعلات المتجاورة المثبتة بعرض الماكينة امام الفجوات على الفراغ الواقع بين كل طبقتين بدون أن يمس اللهب القماش فتساعد الحرارة المنبعثة من احتراق الوبرة فى الحيز الضيق الموجود بين الطبقتين ونهاية الفجوة على ارتفاع درجة الحرارة بين الطبقتين والتخلص تماما من الوبرة الموجودة على سطح القماش .

كما أن فى الماكينات الحديثة درافيل تقود القماش أثناء مروره عليها وتولد فى شعيراته الطائفة كهرباء استاتيكية (ناتجة من احتكاك القماش بالدرافيل أثناء مروره عليها) تنتصب بسببها هذه الشعيرات فيسهل حرقها .

اما الوقود المســـتخدم فى حرق الوبرة فهــو اما غاز مباشر مثــل غاز الاستصباح أو غاز البوتاغاز واما غاز متولد من البنزين والجازولين فى جهاز متصل بماكينة الحــريق — ويضبط اللهب عادة تبعا لصنف القماش المــراد حـــرق وبـــرته .



شكل (٢٥) ماكينة حــرق الوبرة (الجيب)

ازالة مـــواد التشـــية

DESIZING

تضاف مواد التشية ، كما سبق ذكره ، الى الخيوط بنسب تتراوح مابين ٤ — ١٢٪ بالنسبة لوزن القماش لزيادة متانة الخيوط فى حدود ٢٠٪ لتتحمل التأثيرات الميكانيكية من شد وضغط واحتكاك اثناء عمليات النسيج . ولما كانت هذه المواد كلها وخاصة النشا التى تستعمل بكثرة فى الاقمشة القطنية تجعل القماش صعب الابتلال بالماء مسببة بذلك مشاكل جمة ، لذا لزم علينا ازالتها قبل عمليات التحضير والصباغة .

والمواد النشوية المستخدمة يصعب التخلص منها بالغسيل وحـده لان النشا لا يذوب فى الماء ولكن يلزم أن يتحلل الى مواد بسيطة يمكن أن تذوب فى المـــــاء .

ويمكن تقسيم الطرق المتبعة فى هذا الشأن الى الآتى :

١ — طريقة التحليل بالانزيمات

٢ — طريقة التحليل بالقلوى

٣ — طريقة التحليل الحامضى

١ — طريقة التحليل بالانزيمات

الانزيمات هى مادة عضوية من اصل بروتينى مركب تفرزه خـلايا حية وهى قابلة للذوبان فى الماء وهذه الانزيمات لها القــدرة على تحطيم المركبات المعقدة الى مركبات صغيرة ذائبة فى الماء عندما توضع فى الحرارة ودرجة الأس الهيدروجينى الملائم ولقد وجد بالتجربة أن استعمال الانزيمات بالنسب الملائمة هى أفضل الطرق اطلاقا فى عملية ازالة النشا والجيلاتين والدهن وغيره من المواد بجانب قلة تأثيرها على السليلوز وقلة تكلفتها .

وتتم العملية بمرور القماش بعد حرق الوبرة فى حوض به محلول ازالة النشا المحتوى على ٢جم / لتر أنزيم + ½٪ جم / لتر مادة ابتلال ذات النشاط السطحى مثل Kieralon OL (BASF) وضبط الحرارة عند ٦٠° — ٧٠°م وهى درجة نشاط الانزيم على النشا المستخدم ويتم التخـزين بعد ذلك على هيئة حبل (Rope - Form) فى حجرات مبطنة لمدة من ٦ — ٨ ساعة أما فى حالة القماش المفرود (Open Width) فانه يلف على ملفات كبيرة بعد الغمر فى الانزيم مباشـرة ويترك مدة ٤ — ٦ ساعة ليتم تاثير الانزيم على النشـا والبكتين المكون لقشـرة شعيرات القطن .

والنشا عبـارة عن خليط من اثنـين من الكربوهيدرات هما الاميـلوز (Amylose) وهو عبـارة من سلسلة طولية غير متفـرعة والاميلوبكتين (Amylopectin) — وهو مركب معقد ذات سلاسل متفرعة وذو وزن كبير عن النوع الاول لذلك فان سمك قوام النشا يرجع اساسا لجزيء النوع الثانى .

والانزيمات لا تؤثر بنفس القوة على هذين الجزئين من النشا ، فمثلا فى حالة استخدام انزيم الاميليز (Amylase) نجد أن العصـارة التى تحتوى على هـذا الانزيم تتـكون من الفـا اميـليز والبيتا اميـليز .

والفا اميليز يؤثر على مخلوط النشا ليحوله سـريعا الى ديكسترين ثم ياخذ التفـاعل فى الانخفاض ليحول الديكسـترين الناتج الى مواد مختـزلة وسكريات مثل المالتوز ، أما البيتا اميليز فانه يؤثر على جزء من النشـا وهو الاميلوز ليحوله سريعا الى سكر المالتوز ويؤثر على جزء النشا الآخـر وهو الاميلوبكتين المقاوم للتغيير السريع ليحول نصفه تقريبا ببطىء الى سكر مالتوز حيث يحتفظ بلزوجة القوام ولا يختفى لون اليود تماما عند الكشف على النشا ولذلك نجد ان خليط من الفا وبيتا اميليز له تأثير اكبر على التخلص من النشا بالتحويل الى مواد سهلة الاذابة فى الماء مع مراعاة درجة الاس الهيدروجينى (pH) ودرجة الحرارة المناسبة للانزيم المستعمل .

ولما كان تحويل النشا بهذا التحليل الانزيمى لا يبعد كثيراً عن الديكسترين فانه يلزم استخدام غسيل جيـدا بالماء الساخن للقماش بعد انتهـاء عملية التحليل الا اذا تلي ذلك عملية غليان بالصودا فى المراجل .

ويمكن التحقق من كفاءة تحويل النشا الى ديكسترين عن طريق الكشف بمحلول اليــود المخفف . فاللون الازرق يعبر عن وجود ســلسلة طويلة من النشا اما اللون البنفسجي يدل على تكسير سلاسل النشــا ، ثم الى اللون الاحمر الى ان يصل الى عدم ظهور لون بمحلول اليود وبالتالى يدل على أن النشا قد تم تحويله كليا الى جزيئات بسيطة ذائبة فى الماء وعادة لا تصل الى المرحلة النهائية هذه الا بعد عملية الغلية (Scouring) التالية .

وكفاءة هذه العملية تعتمد على طريقة رص الخامة ومنع وجود جيوب هوائية تعطل عملية التحلل بجانب المحافظة على درجة الحرارة ودرجة الاس الهيدروجينى باستخدام مواد صدامة (Buffer) كما ان استخدام مادة كلوريد الزنك كمادة مانعة لتكوين البكتيريا الى مواد التنشية تعوق نشــاط الانزيمات بل وتوقفه عن العمل وبالتالى فانه يفضــل غمر القماش فى حمام حامضى ضعيف قبل ازالة المواد النشوية منه .

ويمكن استخدام طريقة الانزيمات باستخدام ماكينات اخرى مثل ماكينة الجيجر (Jigger) وفى هذه الحالة تتم عملية التحلل بسرعة نتيجة الحركة بين القماش والحمام وكذلك استخدام نسبة الطول للخامة مرتفع عنه فى حالة التخزين كما يمكن استخدام انواع من الانزيمات تعمل بكفاءة أعلى عند درجات الحــرارة العــالية .

ويمكن ايضا استخدام ماكينات الونش (الهاسبل) ويفضــل الماكينات المغلقة للحافظ على درجة الحرارة وكذلك استخدام حمام نسبة المحلول للخامة مرتفع مع التقليب المستمر تعطى نتائج جيدة .

وهناك طريقة التخمــير المستمرة والتى تتم عن طــريق مجموعة من الاحواض المركب عليها عصارة او عن طريق الغمر فى حمام الانزيم والتخزين فى خزانات منشارية (J-Box) ويستخدم فى هذه العمليــات انزيمات تعمل عند درجات الحرارة العالية .

وفى كلا عمليات التخمير يلزم عمليات شطف قوية للتخلص من مخلفات تكســير التنشيــة .

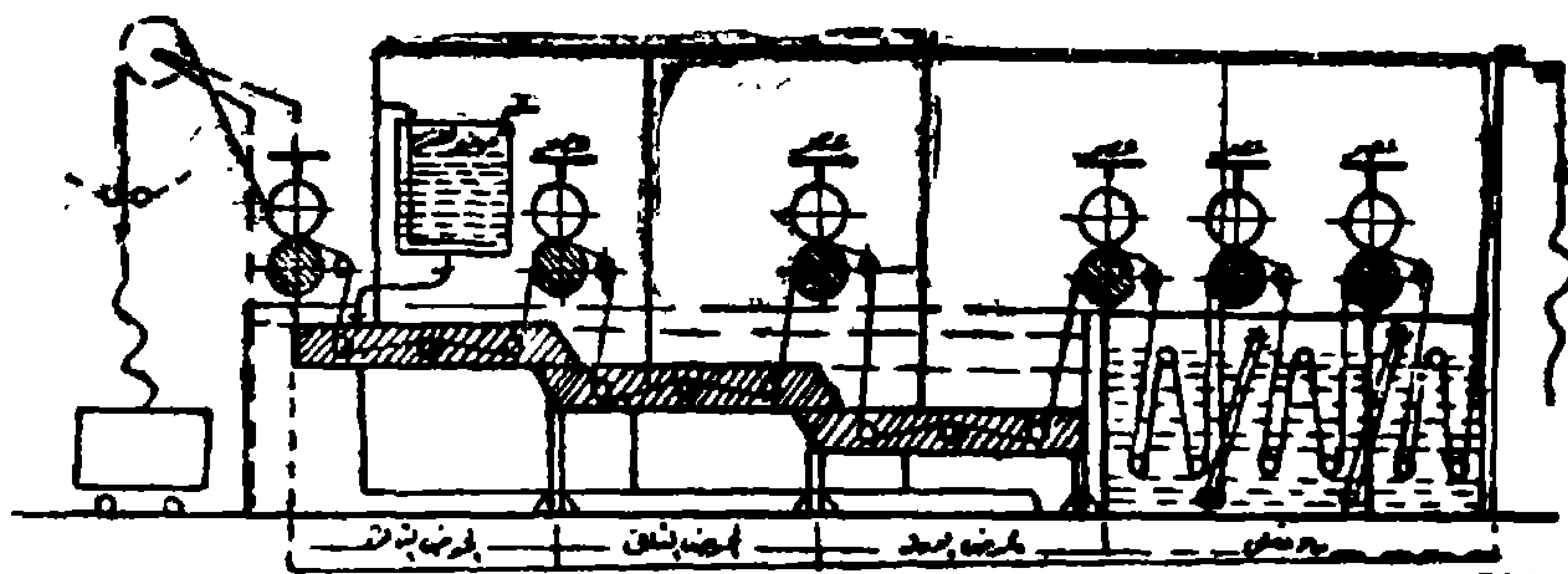
٢ — طريقة التحليل القلوى

يمر القماش فى محلول ٢ ٪ صودا كاوية فى درجة الغليان ليتم تحويل النشا الى مواد سكرية سهلة الاذابة فى الماء وتفضل هذه الطريقة لعدم تاثر الالياف السليلوزية بالقلويات .

٣ — طريقة التحلل الحامضى

يستخدم فى هذه الطريقة حامض كبريتيك أو هيدروكلوريك بتركيز ٥ر. — ١ ٪ عند درجة الغليان لعدة دقائق ثم تشطف ليتحول النشا الى مواد سكرية تذوب فى الماء كالدكسترين والدكستروز والمالتوز . الا أن هذه الطريقة قد قل استخدامها نظرا لتأثير الاحماض المباشر على السليلوز خاصة خيوط اللحمة الغير مغطاة باى مواد نشوية كخيوط السدى .

ويرى فى الشكل (٢٦) احدى الماكينات المستعملة لازالة المواد النشوية وتتكون من ثلاثة احواض خشبية أو من معدن غير قابل للصدا سعة كل منها ١٠٠٠ لترتقريبا ومركب بكلمنها اسطوانات متحركة يمرفوقها وتحتها القماش.



شكل (٢٦) ماكينة ازالة النشا

ويمر القماش فى ماء عند درجة الغليان بالحوض الاول والثانى والثالث ثم يمر فى ثلاثة احواض مستطيلة قليلة الغور سعة كل منها حوالى ٣٠٠ لتر ومتصلة ببعضها البعض بحكم اختلاف مستواها كما فى الشكل ويغذى الحوض بمادة ازالة النشا . ويمر القماش بعد خروجه من كل حوض بين اسطوانتين للعصر ويلاحظ ان يكون العصر خفيفا على اسطوانتى العصر

الاخيرتين حتى يتشبع بعض المطول حتى يساعد على ايجاد التخلل اللازم اثناء بقائه فى العربات انتظارا للفسيل (وتتراوح مدة البقاء من ٣ الى ٤ ساعات) . ويلاحظ عدم اعطاء الفرصة لاطراف القماش حتى تجف قبل الغسيل محدثة بذلك خطوط عرضية تظهر بعد عمليات الصباغة . ويستخدم فى تسخين الثلاث احواض الاولى أنابيب بخار مفتوحة (Direct Steam Pipes) أما الاحواض القليلة الغور فمزودة بانابيب مغلقة (Closed Steam Pipes) حتى لا يزيد حجم محلول ازالة النشا فتضعف قوة تركيزه التى يتم التغذية بها بانتظام اثناء مرور القماش .

عمليـــــة الغـــــلى
(Kier Boiling)

الغرض من هذه العمليـــة هو تخليص الاقمشة السـليلوزية من المواد الغريبة سواء كانت طبيعية او مضافة اثناء عمليات النسيج وذلك بالغليان فى محلول صـــودا كاوية لتحويلها الى مواد بسيطة يســـهل ازالتها بالماء والتى يمكن تلخيصها فيما يلى :

١ ـــ تحويل الدهنيات والشـــموع إلى صابون ، والصـــابون المتكون يســـاعد على استحلاب الشـــموع والدهـــون التى لم تتحـــول الى صـــــــابون .

٢ ـــ المـــواد البروتينية والنيتروجينية البســـيطة تتحلل الى احماض ومركبات عضوية بسيطة سهلة الاذابة فى المـــاء .

٣ ـــ البكتين يتحول الى املاح ذائبة فى الماء .

٤ ـــ تحـــويل اى كربوهيدرات متبقيـــة من عملية ازالة النشـــا الى سكريات ذائبة .

٥ - التخلص من الاتساخات المتماسكة ميكانيكيا مع النسيج وتتم هذه العملية في مراجل (Kiers) مصنوعة من الصلب الغير قابل للصدأ (Stainless Steel) وفيه يتم رص القماش المراد تشغيله مع القلوى الساخن .

وتنقسم المراجل المستخدمة الى نوعين وهما المراجل الراسية والمراجل الافقية وهناك ايضا المراجل المستمرة التى تتصل بماكينات الغسيل والتبييض للانتاج المستمر .

المراجل الراسية

يستخدم هذا النوع بكثرة في عمليات غلى القماش في القلوى . وهذه المراجل اما مفتوحة وتعمل تحت الضغط الجوى وتعرف بالغليان (Boiling Off) او مغلقة وتعمل تحت ضغط يصل الى حوالى ٤٠ رطل / البوصة المربعة ودرجة حرارة حوالى ١٤٠°م وهى المعروفة بغليان المرجل (Kier Boiling) وهناك نوع آخر ما بين المفتوح والمغلق ويستخدم فيه بخار يصل الى حوالى ٥ رطل / البوصة المربعة .

وتمتاز عملية الغلية فى المراجل تحت ضغط عن الضغط الجوى فى الحصول على درجة ازالة عالية للشوائب الموجودة فى الخامة ومنع تكوين اكسيد السليلوز بتاثير الاكسجين الجوى الذى يتكون غالبا فى حالة الغليان فى المراجل التى تعمل تحت الضغط الجوى .

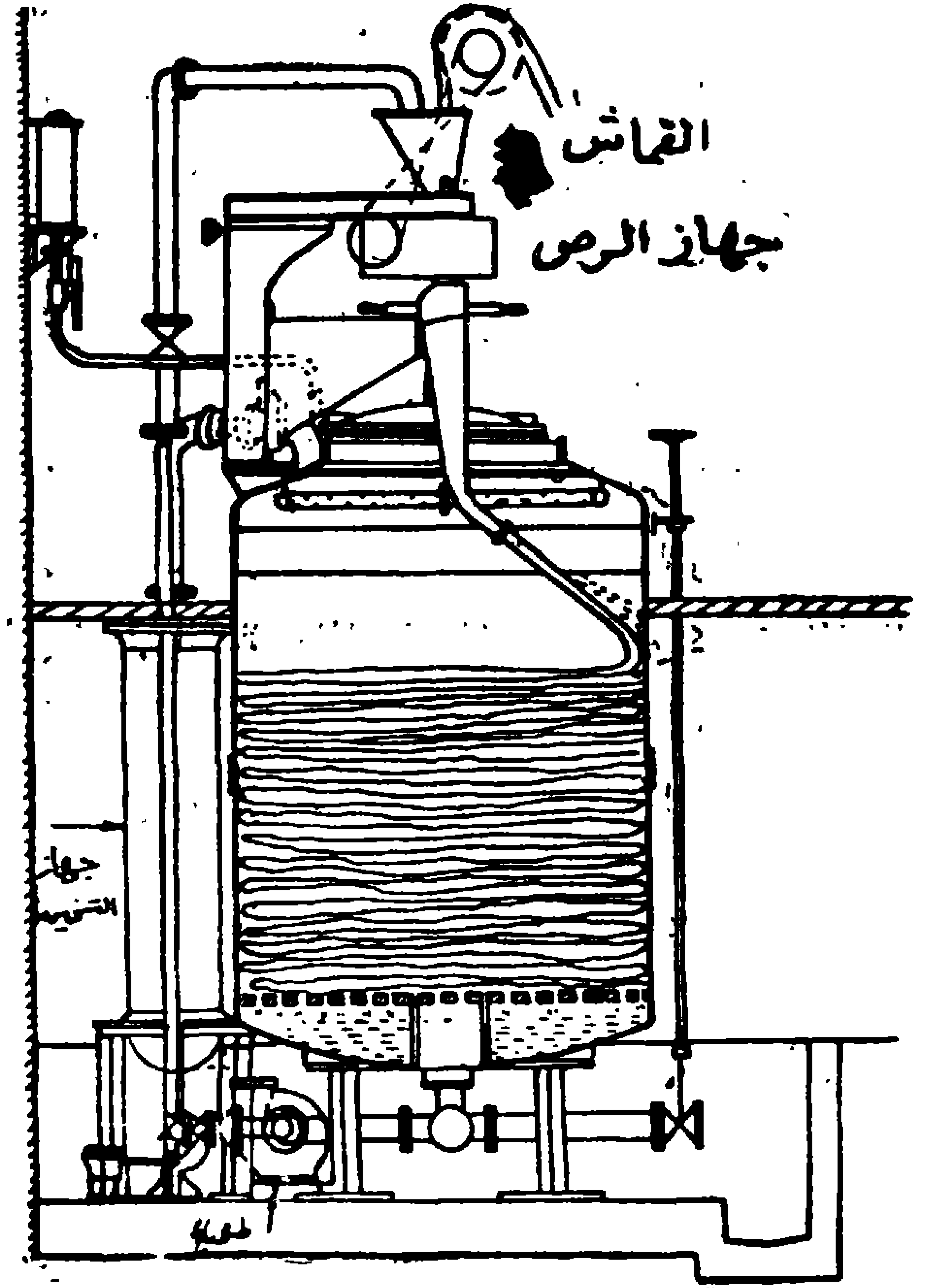
المراجل الراسية ذات الضغط العالى

والمراجل عبارة عن وعاء كبير مخروطى الشكل مصنوع من الصلب ومبطنا من الداخل لمنع حدوث بقع ويسع طن الى خمسة اطنان من الاقمشة حسب نوع الماكينة .

وتجرى العملية بسحب القماش من حوض التخمير وغسيله جيدا بالماء الساخن ثم رصه داخل المرجل وهو على شكل « حبل » باليد او بواسطة جهاز اتوماتيكى للرص ويضغط محلول الصودا الكاوية فى المرجل من اسفل الى اعلى لطرد الهواء الموجود فيه ثم يغلق المرجل ويبدأ فى تمرير محلول الصودا الكاوية الساخن من اعلى الى اسفل بواسطة طلمبة ماصة كابسة كما يتم تسخين المحلول فى سخان متصل بهذه الطلمبة .

ويظل القماش فى غليان مع تمرير المحلول بين الخامة ، التى تكون ثابتة دائما ، لمدة تتراوح من ٨ الى ١٢ ساعة تبعا لنوع القماش المعرض للغاية ويفرغ بعد ذلك المحلول ويغسل القماش بالماء الساخن مرتين او اكثر ثم بالماء البارد لازالة الصودا الكاوية المتخلفة والمواد الذائبة الموجودة فى المحلول ثم يسحب القماش بعد ذلك اتوماتيكيا لتمريره الى العمليات التالية وهى التبييض .

والشكل (٢٧) يبين احدى المراجل الرأسية ذات الضغط العالى



شكل (٢٧) مرجل الغلية الرأسى

ونظرا لاهمية هذه العملية وعلاقتها بكفاءة العمليات التالية فانه يجب تركيز الاهتمام على بعض نواحى فنية هامة يمكن تلخيصها فيما يلى :

١ — عملية رص وترتيب القماش فى المرجل يجب أن تتم بانتظام ليسمح بمرور المحلول وكذلك منع تكوين جيوب أو فراغات قد تمتلأ بالبخار وتعرض بذلك بعض أجزاء من القماش للتسخين الشديد كما يجب أن يكون القماش ثابتا منعا لتقلبه أو احتكاكه المستمر

بجدار المرجل اثناء عملية الغليان منسيبًا بذلك علامات احتكاك (Rüd - Mark) تظهر واضحة بعد ذلك فى عمليات الصباغة .

٢ — التأكد من طرد الهواء قبل غلق المرجل بادخال محلول الغلى من اسفل لطرد الهواء تدريجيا كما سبق ذكره ، لان وجود القلوية عند هذه الدرجة العالية من الحرارة التى تصل الى حوالى ١٤٠°م تحت الضغط تساعد على تأكسد السليلوز .

٣ — التأكد من ان الاقمشة مغمورة تماما فى محاليل الغليان قبل بدء التشغيل ويفضل مرور القماش وهو على هيئة حبل فى حوض غسيل به محلول قلوى للتأكد من البلل قبل دخوله المرجل .

٤ — بعد انتهاء عملية غليان الصودا فان المحلول يكون عبارة عن مستحلب مخفف ومحلول غروى . ولذلك اذا خفف هذا المحلول سريعا بالماء ترسبت الشوائب العالقة به على القماش وبالتالى فانه يجب تخفيف هذا المحلول ببطىء بالماء الساخن للتخلص من الرواسب المتكونة ثم بعد ذلك يتم الغسيل بماء جارى ساخن متدرجا فى البرودة قبل اجراء عملية التبيض ويفضل عدم ترك المرجل حتى يبرد تماما قبل فتحة او سحب المحلول منه والا فان الشوائب العالقة فى المحلول قد تترسب مرة اخرى على القماش

المراجل الافقية

استخدمت المراجل الافقية للتغلب على بعض عيوب المراجل الراسية مثل اختصار الوقت اللازم للتفريغ والتعبئة وكذلك لامكان تشغيل بعض انواع من الاقمشة على المفرود . وسوف نشير هنا الى نوعين من المراجل الافقية هما مرجل مازر وبلاث ومرجل سميث .

مرجل مازر وبلات الافقى

يصنع هذا المرجل على احجام مختلفة من ١ الى ٤ طن من الاقمشة ويتسع الى عربتان يعبئان ويفرغان خارج المرجل وتغيير العربات يأخذ دقائق

معدودة فبينما تكون عربتان داخل المرجل تفرغ ثم تعبأ عربتان اخرتان وبذلك يتوفر الوقت ويزيد الانتاج . ويتميز هذا النوع من المراجـل بأنه يمكن زيادة حمولتها بزيادة طوله (وليس عن طريق زيادة ارتفاعه كما فى المراجل الراسية) وعلى هذا فعمق طبقات القماش التى يتخللها محلول الغلى قليل نسبيا وبذلك لا يختلف الضغط (٤٠ رطل على البوصة المربعة) من نقطة لاخرى داخـل المرجل اختلافا ملحوظا .

وتصنع العربات من الواح من الحديد المجلفن ولها قاعدة مثقوبة متصلة من أسفل بأنابيب الدورة الموجـودة بأسفل المرجل وبذلك نحصـل على تلك الحركة الدائرية المنتظمة لمحلول الغلى .

مـرجل سميث الافقى

يختلف هذا النوع من المراجل فى انه يعمل على المفرود بالنسبة للاقمشة الحساسة للتجعد والكسر مثـل الساتان الممتـاز والاقمشة السميكة حيث يلف القماش على درافيل خاصة تتسع لحوالى طن من الخامة ثم تثبت على حوامل وتدفع الى داخل المرجل على قضبان ويغلق البـاب .

والدرافيل المستخدمة تشبه الى حد ما ماكينة الجيجر والتى تتكون عادة من اسطوانتين تتحركان اتوماتيكيا لينتقل القماش من الاسطوانة الاولى الى الاسطوانة الثانية اثنـاء عملية الغلى وفى خلال هذه الحركة ينبثق محـلول الصودا الكاوية من اعلى المرجل بواسطة طلمبة ذات قوة طاردة مركزية مارا بالمسخن العالى ذو الانابيب العديدة وتستمر هذه العملية طوال مدة التشغيل حيث يصل الضغط الى حـوالى ٣٥ رطل / البوصـة المربعة ، الا ان هذا النوع غير شـائع الاسـتعمال .

طريقـة التبخـير (Steaming)

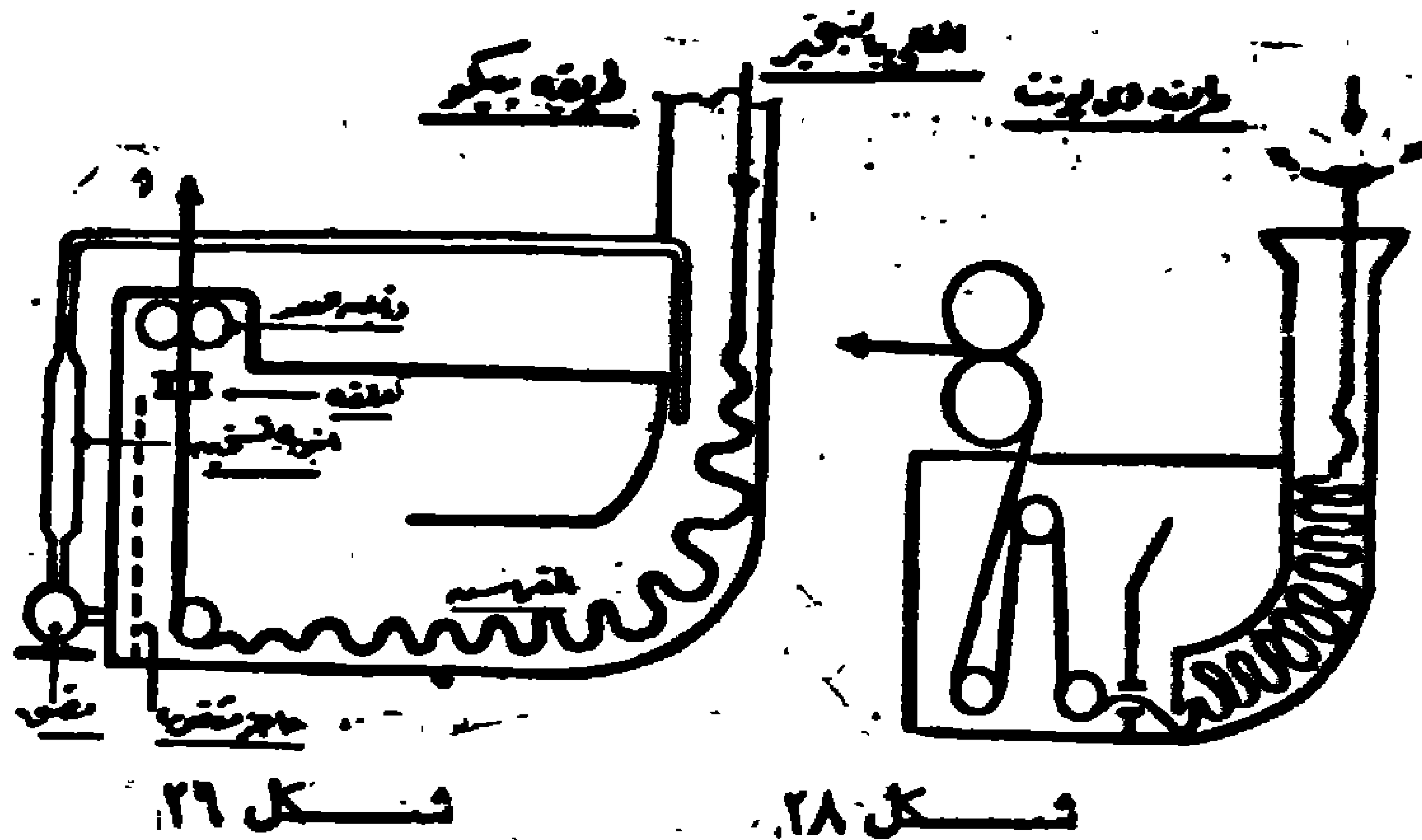
عند تعرض المنسوجات لبخار الماء وبتكثف هذا البخار على سطح القماش فان هذا التكثيف يزيد من قابلية تخلص القماش من شوائبه الذائبة .

وبنـــاء على هذه النظرية بنيت هـــذه الطريقة التى تتلخص فى تشـــبع المنسوجات بمحلول الصودا الكاوية ثم تعريضها لبخار الماء بعد ذلك وقد اجريت تجارب ناجحة على ذلك منذ عام ١٧٩٠ .

وتطورت هذه العملية فى العصر الحديث واصبح المتبع حاليا ثلاث طرق متشابهة وهما طريقة دى بونت وطريقة بيكو وطريقة مانيسـرن .

١ — طريقة دى بونت (Du Pont Process)

يمر القماش فى محلول ٣٪ صودا كاوية عند درجة ٣٠° م ودرجة عصر ١٠٠٪ (حتى يكون القماش مشبعا بالصودا) ثم يمر بعد ذلك فى حجرة مستطيلة الشكل (Ager) حيث يعرض لتأثير البخـــار لمدة ثوانى ثم الى خزان على شكل حـــرف ل كما فى الشـــكل (٢٨) حيث يستمر تأثير الصودا الكاوية ودرجة الحرارة العالية لمدة ســـاعة يغسل بعدها القماش ويبيض .



شـــكل ٢٩ شـــكل ٢٨

٢ — طريقة بيكو (Becco Process)

يغسل القماش اولا بالماء ثم يمـــر فى حمام حامضى خفيف ٢ر٠٪ من حامض الكبريتيـــك او هيدروكلوريك ثم يغســـل مرة أخرى ويشبع

بمحلول ٣ — ٤ ٪ صودا كاوية مع بعض المنظفات ثم يعرض لتأثير البخار العالى (Super heated Steam) لدرجة حرارة حوالى ١٠٣° م فى صندوق على شكل حرف ل كما فى الشكل (٢٩) لمدة ساعة ويسحب بعدها للغسيل والتبييض .

٣ — طريقة ماثيسون (Mathieson Process)

تختلف هذه الطريقة عن سابقتها فى أن الاقمشة تشبع بمحلول صودا كاوية ذو تركيز اعلى (٤ — ٨ ٪) وعند درجة حرارة ٨٢° م مع مواد مساعدة للابتلال ثم تعرض لتأثير البخار لمدة ساعة وتغسل بالماء الساخن (حوالى ٨٤° م) .

المعالجة المستمرة
(Continuous Kier)

عمليات الغلية المستمرة والمتصلة بماكينات التبييض أصبحت حاليا ضرورة ملحة لتغذية ماكينات الصباغة خاصة بالنسبة للألوان المطلوبة بكميات كبيرة مثل الوان اقمشة الجينز التى تحتاج ايضا صباغة مستمرة . ولما كان زمن المعالجة قصير نسبيا فان القماش يعالج بهذه الطريقة على المفرود للحصول على امتصاص متجانس للخامة .

وهناك نوعين للماكينات المستمرة :.

الاولى وتعمل تحت الضغط الجوى .

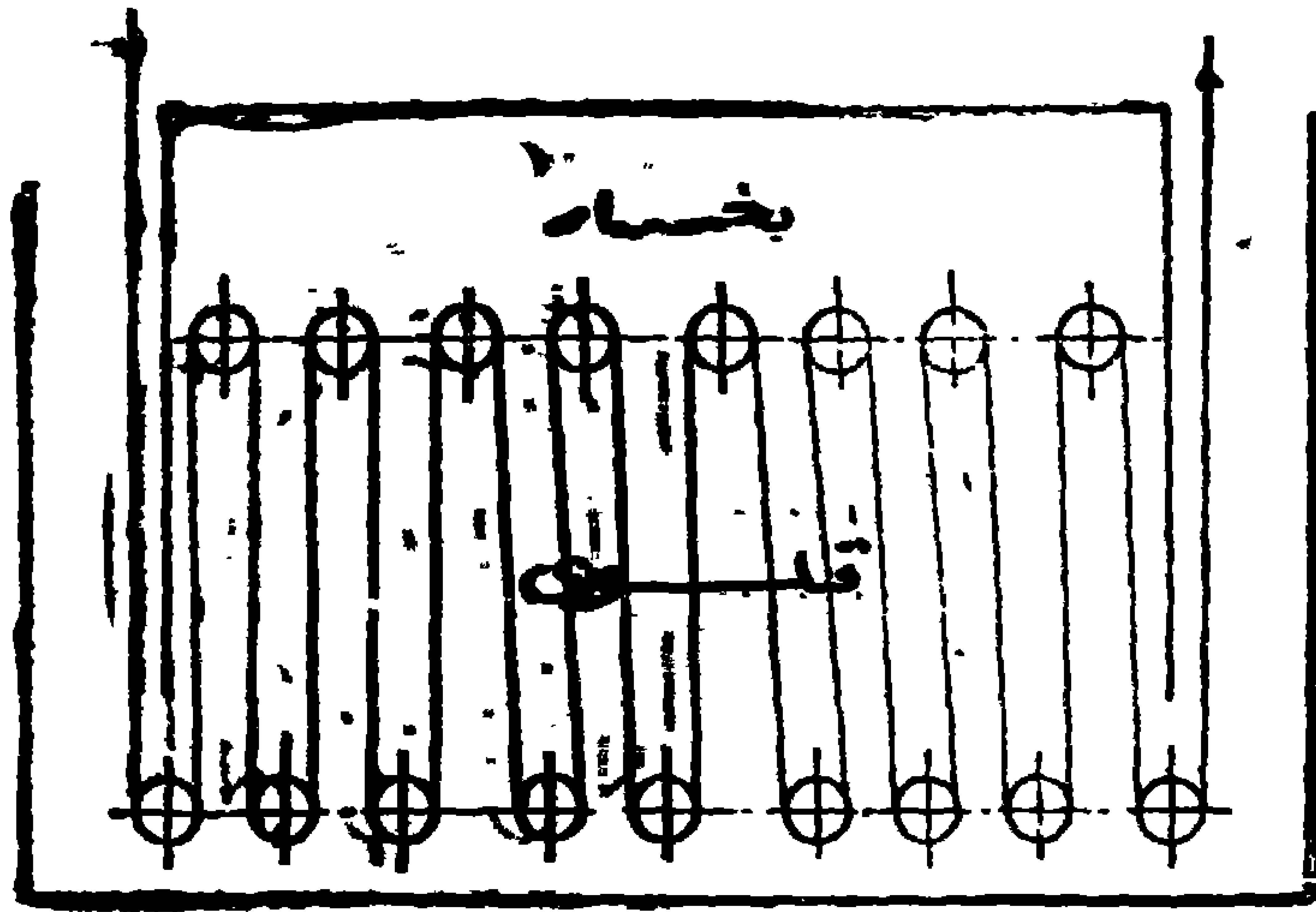
والثانية تعمل تحت ضغط اعلى من الضغط الجوى .

ماكينات الغلية تحت الضغط الجوى :

كانت أولى المراجل المستمرة هو مرجل ايدميستون بنز (Edmeston - Benz Kier) والذى يمر فيه القماش على المفرود أو على هيئة حبل فى محلول صودا كاوية فى درجة الغليان ثم يمر بعدها فى حجرة

داخلية خالية من الهواء وبها تسخين بالبخار وفوق الضغط الجوى قليلا حيث يتم عملية غمر وتبخير عدة مرات . يرص بعدها القماش فى حجرات تخزين وهو فى الحالة القلوية لعدة ساعات قبل غسيله نهائيا .

والشكل (٣٠) يمثل رسم توضيحى للماكينة



شكل (٣٠) ماكينة غلية ليكيستون بنز

أما الواحدات الاكثر تقدما فنذكر منها :

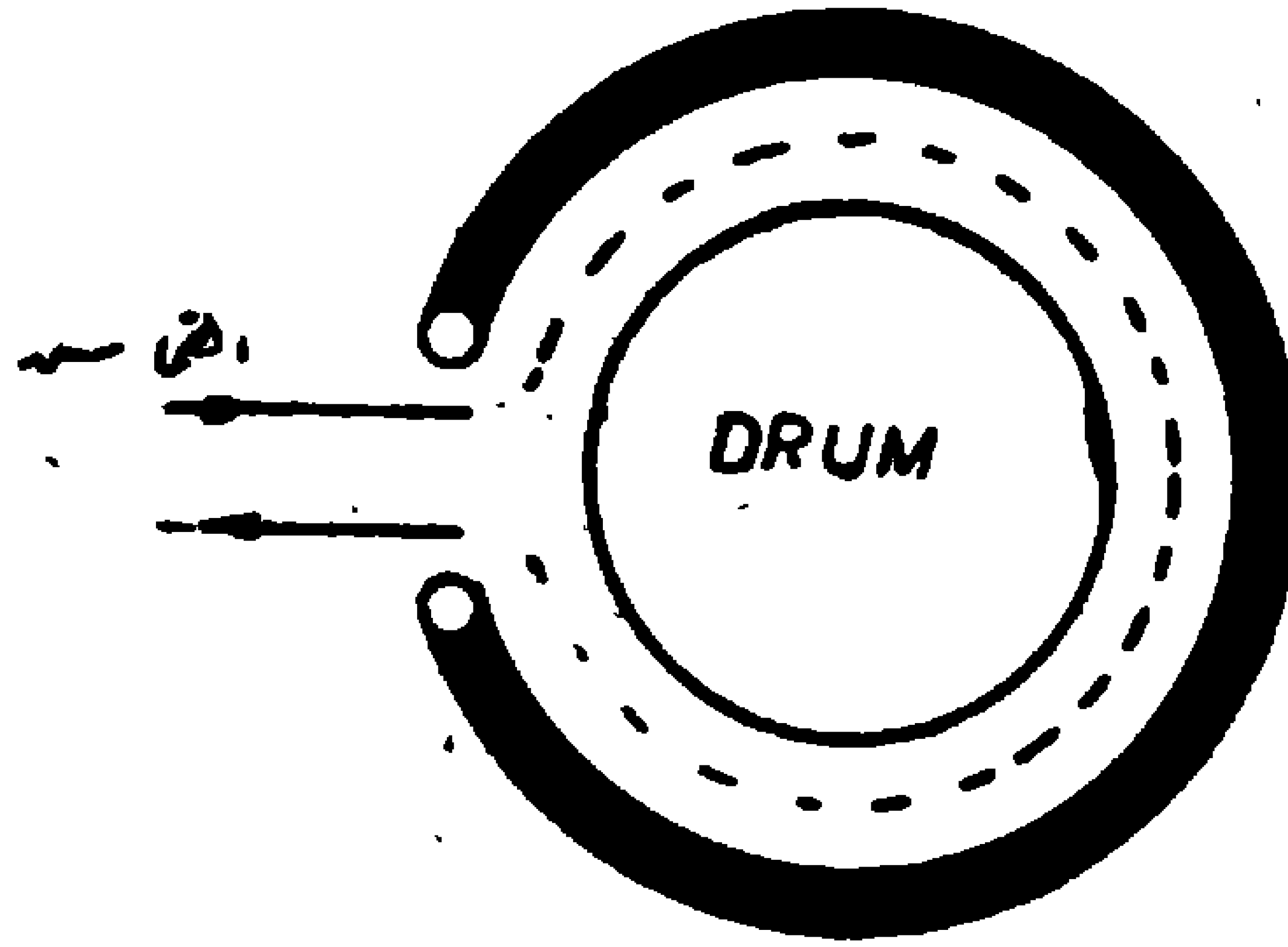
١ — طريقة جانت بيلر (Gantt Piler)

يمر القماش على المزود والمعالج بالقلوى على حصيرة متحركة ليرص بشكلها تقصير فوق الخزان الستارى (J - box) ويخزن لمدة ثلاثة ساعات تقريبا فى محلول قلوى ومحاط بالبخار الخالى من الهواء وبعدها يخرج القماش ليمر فى عمليات الغسيل التالية .

ونظرا لان طريقة الخزان الستارى لا تحافظ على وجود قد للقماش فان انواع الاقمشة المناسبة هى ذو الاوزان الخفيفة .

٢ ـ طريقة مونفرت (Monforts)

فى هذه الطريقة يمر القماش السابق غمره على المفرود بين اسطوانة ساخنة بالبخار وبطانية كاوتشوك متحركة كما فى الشكل (٣١) وتعطى هذه الطريقة اختصار كبير فى الوقت اللازم لعملية الصودا والتبييض .



شكل (٣١)

٣ ـ طريقة بنتلر (Bentler Proess)

مع زيادة التطور فى طرق الغلاية على المفرود فقد استخدم بنتلر حجرة يؤخذ فيها القماش السابق غمره فى حوض به المواد الكيميائية ليستقبل ثانية محلول قلوى أو محاول تبييض بالاكسجين مع حركة نقل القماش من درفيل ملىء ثم يفرغ الى الدرافيل الآخر ليقضى الوقت اللازم للعملية .

ماكينات تستخدم نظام الغليان بالقلوى تحت ضغط اعلى من الضغط الجوى

ماكينة كلينفيفر (Kleinwefler) :

تتكون ماكينة الكلينفيفر من وحدتين متساويتين تقريبا ، الوحدة الاول تستخدم لتشغيل عملية الصودا والآخرى لمرحلة التبييض بماء بالاكسجين .

وتتكون كل وحـــدة من ثلاثة اجزاء وهى الغمر تليها حجرة التفـــاعل « الاتوكلاف » ثم الغســـــــيل .

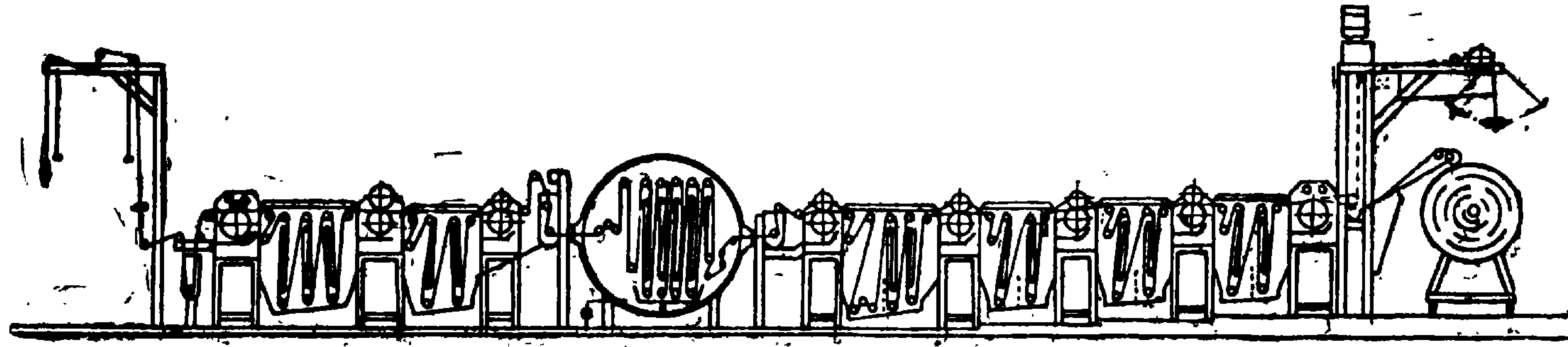
وفى هذه الماكينة شكل (٣٢) يمر القماش الذى حصل على عمليـــات حرق وبرة وازالة النشــا فى احواض الغمر التى تحتوى على محلول الصـــودا الكاوية (٦ — ٨٪) ومنها الى حجرة التفاعل « الاتوكلاف » الذى يحتـــوى على مجموعة من الدرافيل يمر عليها القماش فى مقدمتها وعند دخول القماش ثلاثة درافيل متحركة على شكل مثلث تتحرك لضبط شد القماش .

ويعمل الاتوكلاف عند درجة حرارة حوالى ١٤٣ °م وضـغط حـــوالى ٣ ضغط جوى مما يساعد على ســـرعة العملية واختصار الزمن اللازم لحـــوالى من ١ — ١½ دقيقة ويخرج بعدها القماش الى عدة احواض غسيل بالماء الجارى المتدرج فى البرودة من ٩٠ °ـــ ٣٠ °م لتنظيفه من الشـوائب وبعدها يتم لفه على درافيل لتجفيفه أو لتشـغيله على مرحلة التبييض التالية .

ولما كان الضـغط داخل الاتوكلاف أعلى من الضـغط الجـــوى فيستخدم فتحات خاصـة لدخول وخروج القماش مركب عليها جهاز خاص يعمل بطريقة أتوماتيكية لضـــاغط محكم يمنع تسرب البخـــار من فتحتى مدخل ومخـــرج الاتوكلاف ، وهذا الجهاز عبارة عن جزئين مستطيلين من صلب لا يصــدأ وبه خروم يمر منها ماء مندفع بنظام ضـغط هوائى محكم ومقدر بالنسبة لكل تغيير فى التشـغيل وكل من الجزء العلوى او السفلى يلتصق به ســـطح من القماش المتين كاوتشـوكى ليحجب الماء بينه وبين سطح الصلب وينتج عن ذلك الانتفاخ وفوق هذا الكاوتشى مســـطح من مادة التفلون (Teflon) تتحمل درجة حرارة عالية وتتخذ وضع الاحكام لمدخل ومخرج الاتوكلاف لعدم الســـماح الا بمرور القماش على سطحه الناعم ولمنع البخار من التسرب الى حوض الغمر الصغير الملتصق به قبل مدخل الاتوكلاف كما يوجد بعض الاجهزة التى تساعد على سـرعة التحكم فى الضـغط عند مرور خياطة بين ثوبين .

نظام التغذية بالمحاليل الكيميائية فى احواض الغمر القماش الداخل للاتوكلاف

١ — بعد ازالة النشـا يتم غسل القماش بماء ساخن فى الحوض الاول ثم عصره بمقدار ٨٠٪ من وزنه ماء .



شكل (٣٢) ماكينة كلينفيس

٢ — يدخل القماش وما به من ماء الى حوض الغمر بمحلول الصودا الكاوية والمواد المساعدة ليترك ما به من ماء ويأخذ نسبة تركيز محلول الحوض بالغمر وتساعد العصارات الداخلية بالاحواض على سرعة تبـادل محلول الكيماويات للقماش بدلا من المـاء بحيث يخرج بنهاية الحوض حاملا نسبة ١١٠٪ من وزنه محلول الغمر الثابت التركيـز بالامداد من تنك التغـذية اتوماتيكيا لتعويض الاختلاف نتيجة تخفيف الماء بمرور القماش ونتيجة فارق العصر ويظل مبتلا بالمحلول حتى الحوض الصغير قبل ضاغطى مدخل الاتوكلاف .

٣ — يمر القماش مشبعا بالمحـلول ١٠٠٪ الى الاتوكلاف بين درافيل الشد ومنها على الدرافيل الداخلية التى يتحرك عليهـا .

٤ — ولضمان تشبع القماش بالمحلول اثنـاء مروره فى الاتوكلاف فان قاع الاتوكلاف يوجد به محلول صـودا كاوية ليغمر فيه القماش اثناء مروره على الدرافيل وتتم هذه العملية عند درجة حـرارة ١٤٣ °م وتستغرق حوالى دقيقة يخرج بعدها القماش الى عمليات الغسـيل .

بعض المواد الكيميائية المستخدمة فى عملية الصودا على المفرود

مـادة الليـوفبرول (Lufibrol KB) لشركة (BASF)

هذه المادة عبارة عن بودرة سريعة الذوبان فى الماء الدافئ (٦٠ ° — ٧٠ °م) وهى خليط من مواد غير نشطة التأثير مع مواد نشطة التأثير على السطح وتساعد هذه المادة على تحول الشوائب التى يحتويها القطن الى مواد ذائبة فى الماء بتأثير الصودا الكاوية ولذلك فان التفاعل لا يساعد على تلف السليلوز .

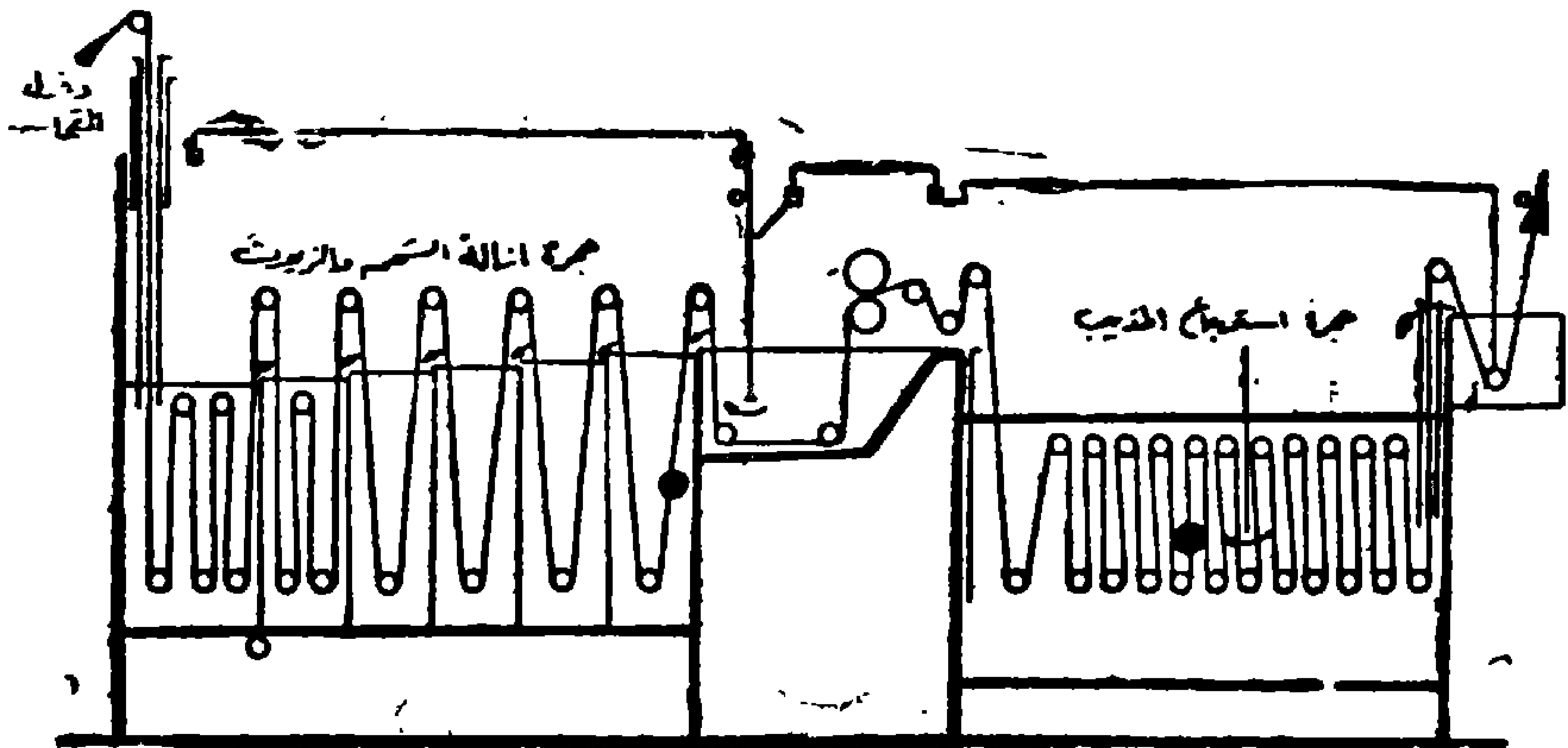
مـادة الليوفين (Leophen U) لشركة (BASF) .

معجون سهل الاذابة فى الماء البارد والدافئ وهو خليط من مـواد ذات تأثير سطحى أيونى وهى مادة ابتلال وتنظيف أيضا .

استخدام المذيبات العضوية فى عمليات ازالة البوش و الغلية

استخدمت المذيبات العضوية فى عمليات تحضير الاقمشة القطنية للتغلب على عمليات الغلية التى تستغرق وقتا طويلا كما تعرض القماش فى بعض الاحيان للتفكك وذلك كاحدى المحاولات لزيادة الانتاج والمحافظة على الخامة.

ولقد كان هويت (White) أحد الرواد الاوائل فى استخدام المذيبات فى عملية تحضيروتجهيز المنسوجات وكان ذلك عن طريق غمر المنسوجات المراد معالجتها فى حمام ساخن من تراى او بيركلور وايثلين لمدة دقيقة واحدة وبعد عصره يغمر فى حمام مائى لماء الاكسجين عند درجة حرارة مناسبة لازالة المذيب المتبقى ويضبط درجة اس هيدروجينى هذا الحمام عند ١١ — ١٢ باستخدام سليكات الصوديوم . وللحصول على نتائج جيدة يمكن استخدام حمامين من تراى كلورو الاثيلين (Tri-chloro ethylene) قرب درجة غليانه وبعد الغمر فى حمام ماء الاكسجين يعصر للقماش بنسبة ١٢٠ — ١٧٠٪ ثم يبخر لمدة ٣ دقائق ثم يغسل ويجنف وذلك كما فى الشكل (٣٣) .



شكل (٣٣) وحدة تحضير اولى باستخدام مذيب ثلاثى كلورو الايثلين ومتصل بها وحدة استرجاع المذيب

ولقد تم تطوير هذه الطريقة عندما قام هويت وروس (White and Ross) بتقديم طريقة جديدة للتسيل المستمر وازالة الشحومات من الاقمشة على المفرود باستخدام مادة تراى او بيركلورو ايثلين حيث يتم ازالة المواد الدهنية والشمعية أولا عند درجة ٨٠°م لمدة ٥ دقائق تليها عملية ازالة البوش والتبييض والصباغة والتجهيز ويمكن أن نحصل على نتائج جيدة اذا عولج النسيج فى مجموعة متتالية من حمامات تراى كلورو الايثلين عند حوالى ٨٠°م ولمدة حوالى١٠ — ٦٠ ثانية ويعصر ويغسل بعضها فى حمام مائى عند درجة حرارة حوالى ٩٥° م .

تلى ذلك العديد من المحاولات لتحسين كفاءة هذه الطريقة والماكينات المستخدمة حتى عام ١٩٦٦ حيث قدمت شركة I.C.I طريقة اقتصادية لازالة الشحومات من على الاقمشة التى تعالج على المفرود وذلك بغمرها فى حمام يحتوى على المذيب العضوى تراى كلورو الايثلين ثم يعصر ويتم التخلص من المذيب بالتبخير ثم بامرار القماش فى حمام ماء مغلى .

وبعد ذلك تم تصميم جهاز « Bowe C 1600 » بواسطة Bohler and Weber لمعالجة المنسوجات باستخدام المذيبات العضوية فى وجود عامل تنظيف قوى مناسب وباستخدام اقل كمية من الماء .

ثم قدمت بعد ذلك شركة I.C.I مادة Trinklon X التى أعطت نتائج افضل مع تكلفة اقل عن الطرق السابقة المستخدم فيها القلوى فى عملية الغليان كما تقوم بتصنيع مادة التراى كلورو الاثيلين الذى يحتوى على مادة مثبتة تمنع تحلله اثناء استخدامه او اثناء اعادة تقطيرها .

كما استخدمت مادة التراى كلورو اثيلين فى معالجة المنسوجات القطنية ثم تتبعها ازالة البوش وتبييض بمحلول فوق اكسيد الهيدروجين بطريقة مستمرة حيث يتم معالجة الاقمشة القطنية بالمذيب العضوى لازالة كل المواد الشمعية ثم تجرى عملية تبييض اولية بمحلول فوق اكسيد الايدروجين القلوى

ويبخر القماش عند درجة حرارة مناسبة ثم يأخذ مرحلة تبييض ثانية بمـــادة فوق اكسيد الهيدروجين ثم يبخر بعد ذلك الاقمشة عند درجة الحرارة المطلوب

ولقد وجد ان المعالجة بهذه الطريقة تمنح الاقمشـــة المعالجة المميزات الآتيـــــــــــــة :

١ ـــ سرعة ازالة المواد الدهنية والشمعية الى ادنى مستوى وبدرجة عالية من التجانس .

٢ ـــ تحسن درجة ابتلال الاقمشة المعالجة .

٣ ـــ سهولة فى التشغيل وانتاج اعلى للقماش على المفرود وانخفاض فى استهلاك المواد الكيميائيـــة وقلة الايدى العاملة كما أن حجم الماكينة صغير ولا يحتاج الا مساحة صغيرة .

الفصـــــل الثـــالث

التبيـــــــــــــــض

BLEACHING

الغرض من عملية تبييض الالياف القطنية هو ازالة اللون الطبيعى الذى لا يمكن التخلص منه اثناء عمليات التحضيرات الاولية وذلك لاكساب الاقمشة القطنية بياضا ناصعا لا يزول او يتحول الى اللون الاصفر بمضى الوقت .

والمواد المسببة لهذه الالوان هى مركبات عضوية معقدة يمكن تحليلها الى مواد بسيطة تذوب فى الماء أو الى مواد اخرى لا لون لها بتأثير المواد المؤكسدة أو المواد المختـــزلة ، وقد اطـــلق على هـــذه المواد اسم « مـــواد التبييض » (Bleaching Agent) واطلق على العملية نفسها « عملية التبييض »

والمواد التى تستخدم فى التبيض كثيرة ومتعددة الا انه يمكن تقسيمها الى قســـمين رئيســـيين همـــا :

أولا ـ مواد التبييض المختزلة

وتعتمد هذه الطريقة على تفاعل هذه المواد مع الاكسجين الموجود فى الماء مكونا الهيدروجين النشط الذى يختزل المواد الملونة الموجودة فى الخامة كما فى المعادلة ·



$$SO_2 + 2\,H_2O \rightarrow H_2SO_4 + H_2$$

ثانى اكسيد الكبريت — حامض الكبريتيك

مكونا مركب جديد لا لون له وتبـــدو الخامة عديمة اللون الا أن هـــذه المركبات الجديدة غير ثابتة وتتأكسد بالوقت وتتحول الى اللون الاصلى للقماش · كما أن حامض الكبريتيك المتكون له تأثير ضـــار على متانة الخامة لذا كان استخدام هذه المواد فى حالة الالياف السليلوزية محدودة جدا انما تستخدم فى حالة الالياف البروتينية مثل الصـــوف والحرير .

والمواد المستخدمة هنه هى ثانى اكسيد الكبريت والهيدروسلفيت ·

ثانيا ــ مواد التبييض المؤكسدة

تعتمد هذه المواد على تكوين الاكسجين النشط للتفاعل مع المواد الملونة وإزالتها وتتفاعل هذه المواد بطريقتين مختلفتين لتكوين الاكسجين النشط كالاتى :

١ ــ الاتحاد مع الهيدروجين الموجود فى الماء وتوليد الاكسجين كما فى المعادلة :

$$2\,Cl_2 + 2\,H_2O \rightarrow 4\,HCl + O_2$$

كلور ... اكسجين

٢ ــ اطلاق جزء من الاكسجين الذى تحويه المادة المؤكسدة كما فى المعادلة :

$$2\,H_2O_2 \rightarrow 2\,H_2O + O_2$$

ماء الاكسجين

وتمتاز هذه الطريقة بأن تفاعل الاكسجين مع المواد الملونة ينتج عنه مواد بسيطة عديمة اللون تذوب فى الماء وبالتالى فان البياض الناتج يكون بياضا ثابتا .

والمواد المؤكسدة المستخدمة للتبييض يمكن تقسيمها الى نوعين :

١ ــ مركبات الكلور وتشمل :

أ ــ الكلور

ب ــ هيبوكلوريت الكالسيوم والصوديوم

جـ ــ كلوريت الصوديوم

د ــ مركبات الكلور العضوية

ومواد الكلور المستخدمة بكثرة فى تبييض الاقمشة السليلوزية هى هيبو كلوريت الصوديوم . أما كلوريت الصوديوم فبالرغم من انه مازال يمثل نسبة صغيرة من كميات المواد المؤكسدة للسليلوز الا انه اصبح ذو أهمية خاصة فى تبييض الاقمشة المخلوطة .

٢ — مركبات الاكسجين وتشمل :

ا — الاكسجين والاوزون
ب — فوق الاكاسيد
ج — فوق الاملاح
د — فوق الاحماض

ومركبات الاكسجين التى تستعمل على المستوى الصناعى هو ماء الاكسجين (H_2O_2) حيث يستخدم فى عمليات التبييض المستمر أو فى عمليات الغسيل والتبييض المستمر . أما المواد المؤكسدة الاخرى مثل البيربوريت (Perborate) والبيرسليكيت (Persilicate) أو الاملاح الاخرى فانها تستخدم فى اغراض محدودة مثل الاغراض المنزلية .

واختيار طريقة التبييض المناسبة تختلف باختلاف درجة البياض المطلوبة على النحو التالى :

- التبييض الكامل

ويقصد به الحصول على أعلى درجة ممكنة من البياض والتى تحصل على تبييض مزدوج أى تبييض بمادة الهيبوكلوريت ثم بماء الاكسجين وذلك بالنسبة للاقمشة البيضاء مثل البوبلينات .

٢ـ التبييض النصفى

يستخدم بالنسبة للاقمشة التى سوف تصبغ أو تطبع بالوان خفيفة زاهية ، أما بالنسبة للاقمشة التى سوف تصبغ بالوان غامقة فانه ، لا يلزم تبييضها ٠

٣ ـ تبييض الاقمشة المقلمة او الملونة

تحتوى هذه الاقمشة على خيوط خام بجانب خيوط سبق صباغتها لذا فان عملية التبييض المستخدمة تختلف عن الطرق السابقة من حيث كونها أخف تأثيرا للمحافظة على ثبات الالوان ٠

التبييـــــض بالهيبـــــوكلوريت

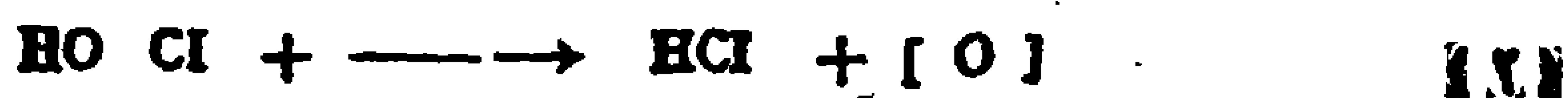
HYPOCHLORITE BLEACHING

تعتبر مادة هيبوكلوريت الصوديوم (NaOCl) أحدى المواد المؤكسدة القوية التى تستخدم لتبييض الالياف السليلوزية وقد ازداد استخدام هذه المادة فى الأونة الأخيرة بدرجة ملحوظة نظرا للانخفاض فى الطاقة اللازمة للتبييض ــ حيث يخرج الاكسجين النشط اللازم للتبييض عند درجة حرارة الغرفة ــ بجانب اقتصاديات هذه الطريقة . ١

ويتم التبييض عن طريق الاكسجين الذرى النشط الذى ينتـج من اذابة هذه المادةفى الماء كما فى المعادلات الاتية التى تبين ميكانيكية التفاعلات المختلفة.



$$NaOCl + H_2O \rightarrow NaOH + HOCl \quad (١)$$



$$HOCl + \longrightarrow HCl + [O] \quad (٢)$$



$$NaOCl + HCl \rightarrow NaCl + HOCl \quad (٣)$$

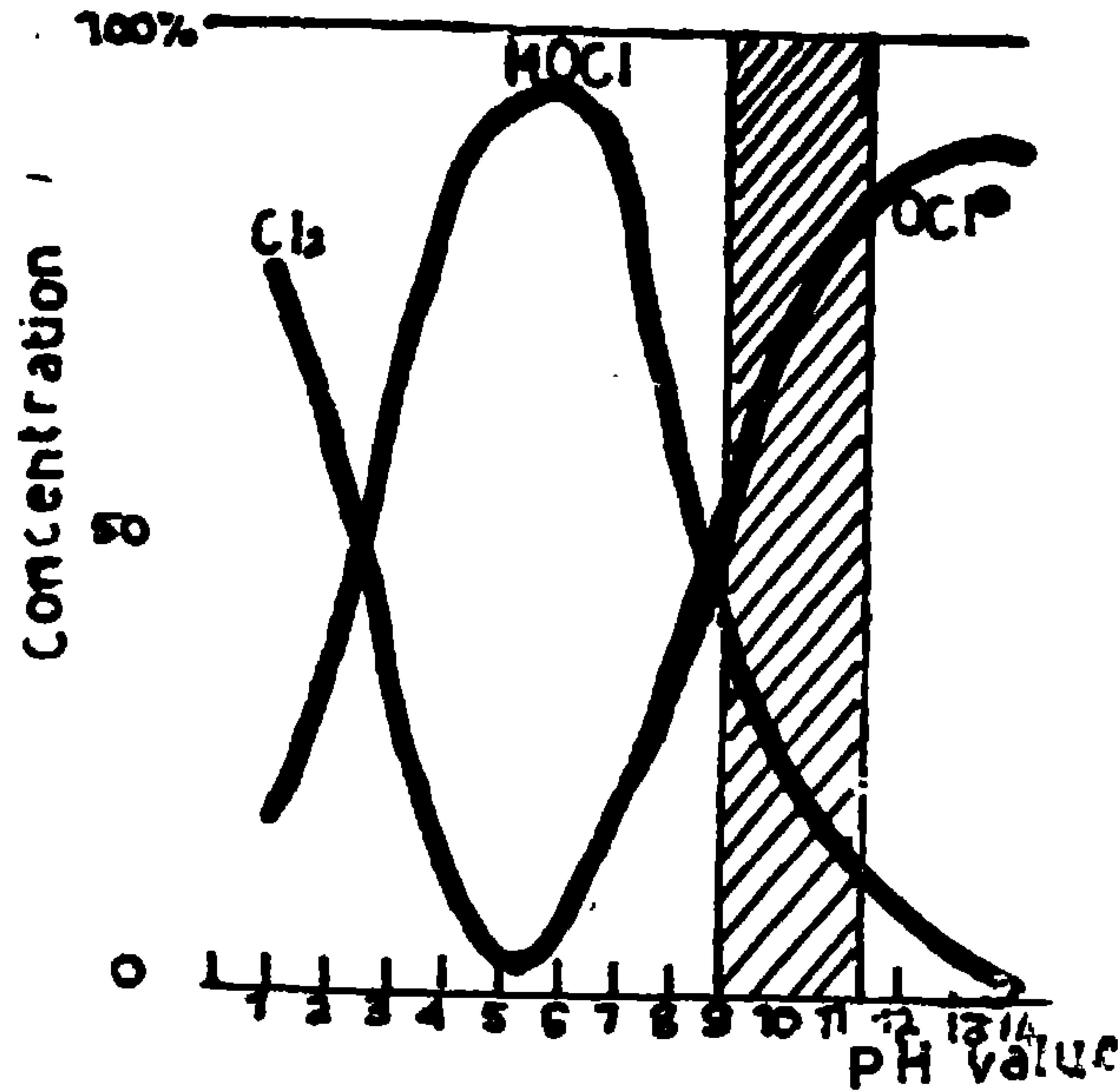


$$HOCl + HCl \rightarrow H_2O + Cl_2 \quad (٤)$$

عند اذابة هيبوكلوريت الصوديوم فى الماء فانها تتحـلل وينتج عن ذلك تكون حامض الهيبوكلورث Hypochlorous acid (HOCl) عند درجة اس هيدروجينى ١١ ــ ٥ر١١ كما فى المعادلة (١) كما يتكون كذلك كمية من هيد روكسـيد الصـوديوم مكافئة لكمية الحامض . والحامض المتكون ضعيف وغير ثابت حيث يتفكك الى اكسجين ذرى (الاكسجين النشط الذى يقوم بعملية التبييض) والى حامض هيدروكلوريك كما فى المعادلة (٢) . وفى وجود مادة مؤكسدة يتحول حامض الهيبوكلورث الضعيف الى حامض الهيـدروكلوريك القـوى الذى يعمل على خفض درجة الاس الهيـدروجينى للحمام وبالتالى تنشيط تحـلل هيبوكلوريت الصـوديوم الى حامض الهيبـوكلوريت كما فى المعادلـة (٣) وفـى نفس الوقت يتفاعـل حامض الهيدروكلوريك مـع حامض الهيدروكلورث المتكون وينتج الكلور الجزيئى كما فى المعادلة (٤) أمـا عنـد اضافة كمية من هيدروكسيد الصوديوم الى حمام التبييض فانها سوف تعادل حامض الهيدروكلوريك المتكون فى المعادلة (٢) وبالتالى تقلل من سرعة تكوين حامض الهيبوكلورث وتنظيم خروج الاكسجين اللازم للتبييض أى تعمل على تثبيت حمام التبييض .

ومادة هيبوكلوريت الصوديوم تتأثر بشـدة بدرجة الاس الهيدروجينى لحمام التبييض حيث تتكون مواد مؤكسدة مختلفة كما فى الشكل (٣٤) .

ومن هذا الشكل يمكن استخلاص أن الوسط الحامضى للمحاليل المائية تحتـوى أسـاسا عـلى كلـور جـزيئى (Molecular chlorine (Cl_2) أما فى الوسط الحامضى الضعيف يتكون خليـط من الكلور الجزيئى وحا ، الهيبوكلورث (HOCl) اما فى الوسط القلوى فانه يحتوى على الحامض مع ايون (OCl^-) وبالتالى عند درجات الاس الهيدروجينى المختلفة يتكون مواد مؤكسدة مختلفة للنظام الموجـود وحيث أن تركيز الاشكال المختلفـة للكلور النشط قابل للتغير فان النشاط المؤكسد لمحاليل الهيبوكلوريت يمكن أن تختلف حسب للظروف التى تعمل تحتها .



شكل (٣٤) يبين مكونات حمام التبييض من العناصر المؤكسدة المختلفة لمادة الهيبوكلوريت عند درجات الاس الهيدروجيني المختلفة .

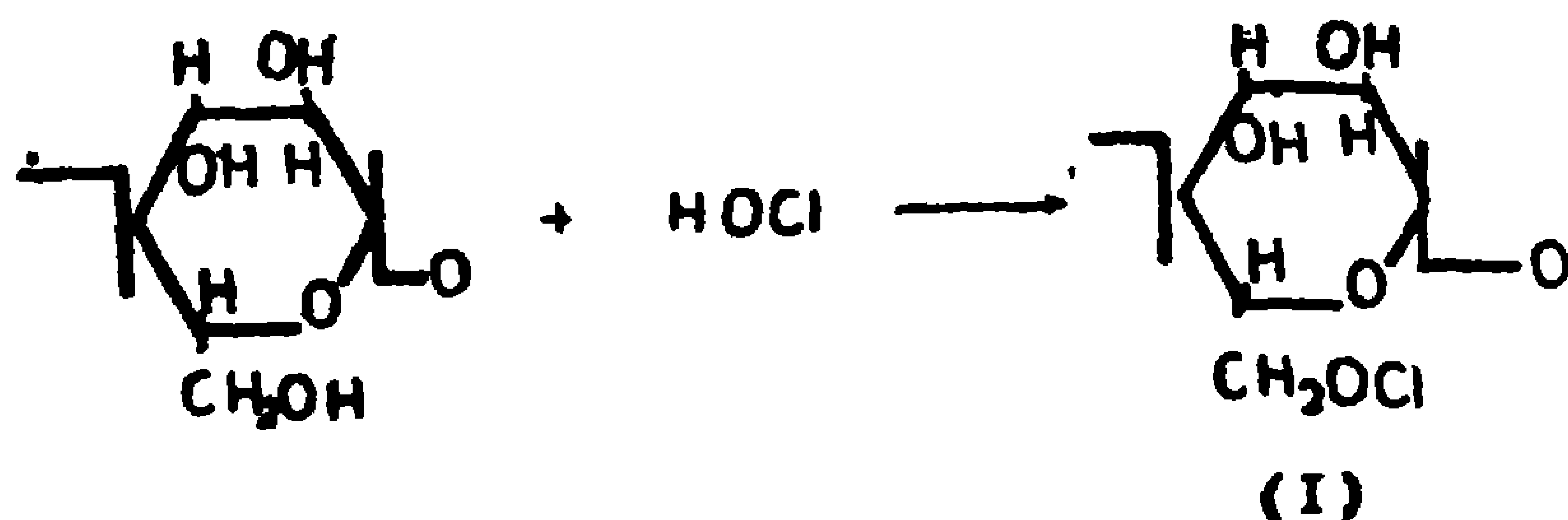
ونتيجة التداخل بين المادة المؤكسدة NaOCl والمواد التى تحدث اللون البنى للخامة فان هنك تفاعلات مختلفة يمكن أن تتم مثل تفاعلات الاكسدة والاضافة او الكلورة وتخضع لظروف التفاعل .

فالمواد الهيدروكربونية والبكتين ونواتج تحللها قابلة للاكسدة الى مجموعات الدهيدومكونة احماض عضوية والاحماض الامينية للمواد النتروجينية والاحماض الدهنية الكبيرة التى تشبه المواد الشمعية تتكلور مكونة احماض امينية مكلورة ومشتقات مكلورة للاحماض الدهنية أما اللجنين (ان وجد) يتكلور أيضا مكونا أحماض كلورولجنين .

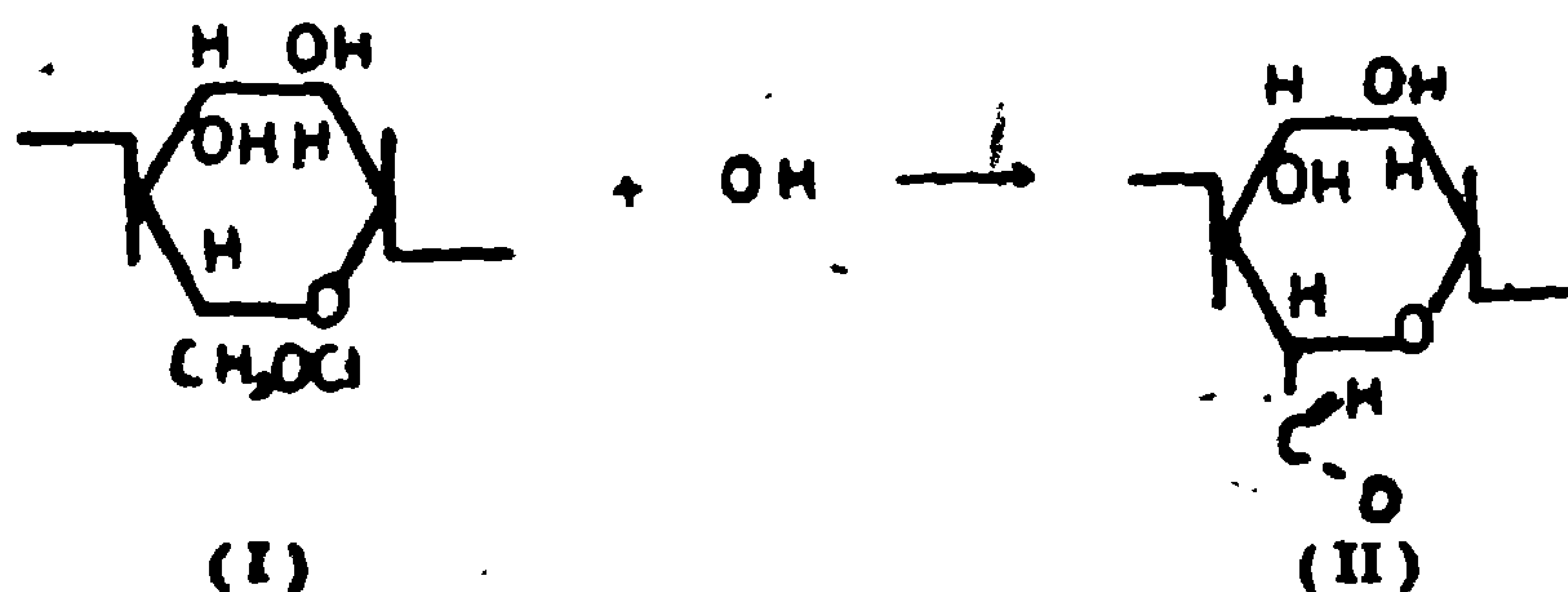
كما يؤثر الهيبوكلوريت أيضا على السليلوز حيث أفترض نيكرازوف ونيجاتكن (Nekrasoc & Negatkin (*) ان أكسدة السليلوز تمر

(*) Chemical Technology of Fibrous Material, F. Sadov, M. Korchagin and A. Matetsky, (1973) p. 170.

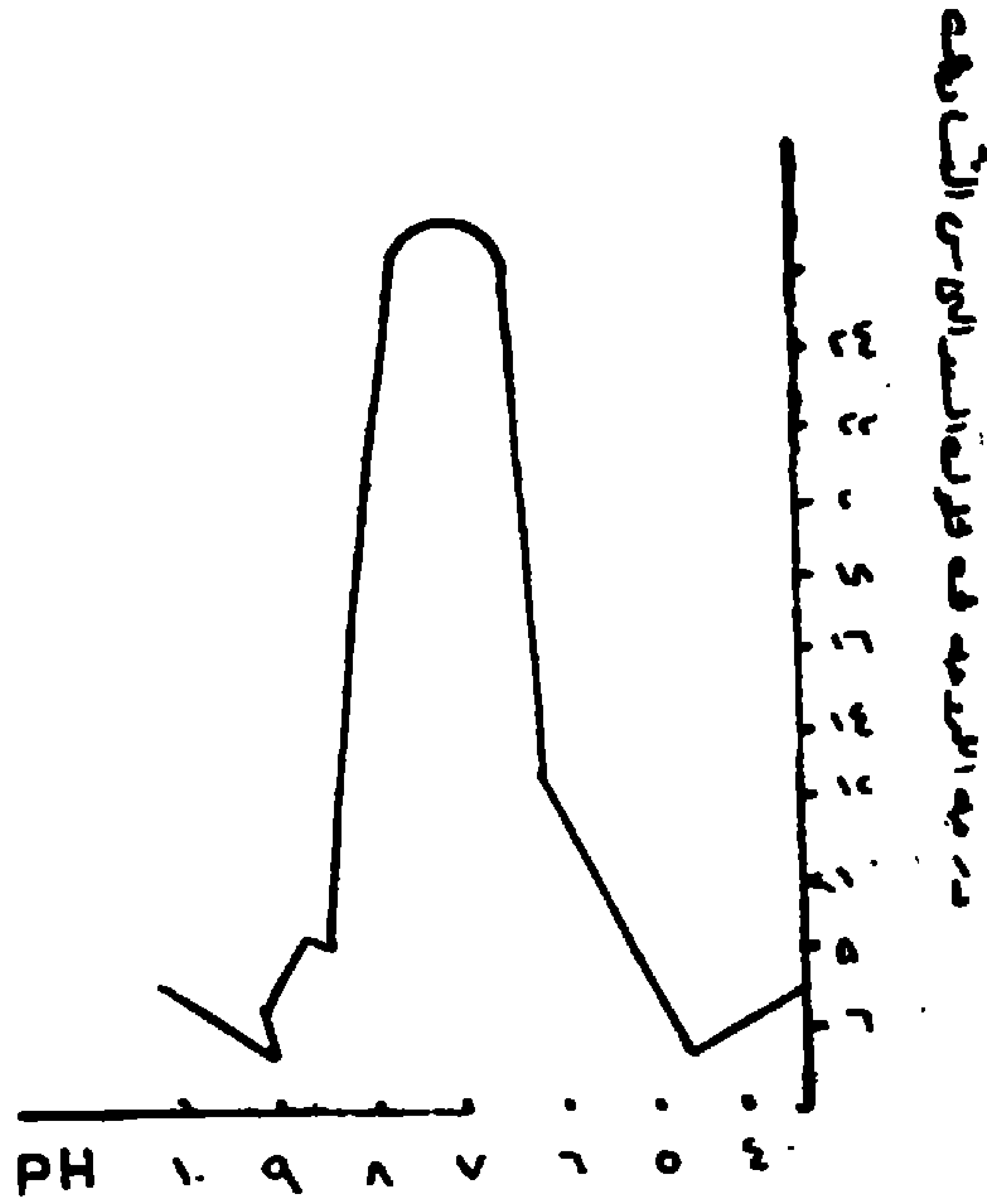
خلال مرحلة استرات حامض الهيبوكلورث وقد أمكن اثبــات هذا الافتراض عن طريق أبحاث شلفو (Shalvo) وتبعا الى هذا الافتراض فان حامض الهيبوكلاورث الحر يكون من اللحظة الاولى الاستر (I) كما فى المعادلة :



وان هذا الاستر يفقد جزء من حامض هيدروكلوريك فى وجود مجموعة الهيدروكسيل كما فى المعادلة :



ويعتمد هــذا التفاعــل على درجــة الاس الهيدروجينى بدرجــة كبــيرة فلقد وجد أن السليلوز يتأثر بعملية التبييض تأثرا كبيرا اذا أجريت هذه العملية عند درجة أس هيدروجينى ٧ أى اذا كان المحلول متعادلا ولكنه يكون أقل تأثر عند اس هيدروجينى من ٥ر٣ ــ ٥ وفــوق ٩ كما فى الشكل (٣٥) الذى يبــين درجة اللزوجة فى محلول النحاس النشــادرى للسليلوز المبيض عنــد درجات الس هيدروجينى مختلفة من ٤ الى ١٠ .



شـكل (٣٥)

ولما كان اجراء هذه العملية عند درجات الأس الهيدروجينى الحامضى ، اى من ٥ر٣ الى ٥ ، يخشى منه على الالياف السليلوزية من التلف نظرا لتاثر الالياف بالاحمـاض لذلك ، فإن الطريقة الصناعية السائدة الآن هى اجـراء التبييض فى وسط قلوى ، اى فوق اس هيدروجينى ٩ ، ويتم ذلك باضافة مواد قلوية مثل كربونات الصوديوم « الصودا آش » .

— فبعد عمليات الغلية (Scouring والغسيل تمر الخامات وتبيض على البارد باحدى الطرق الآتيـــة :

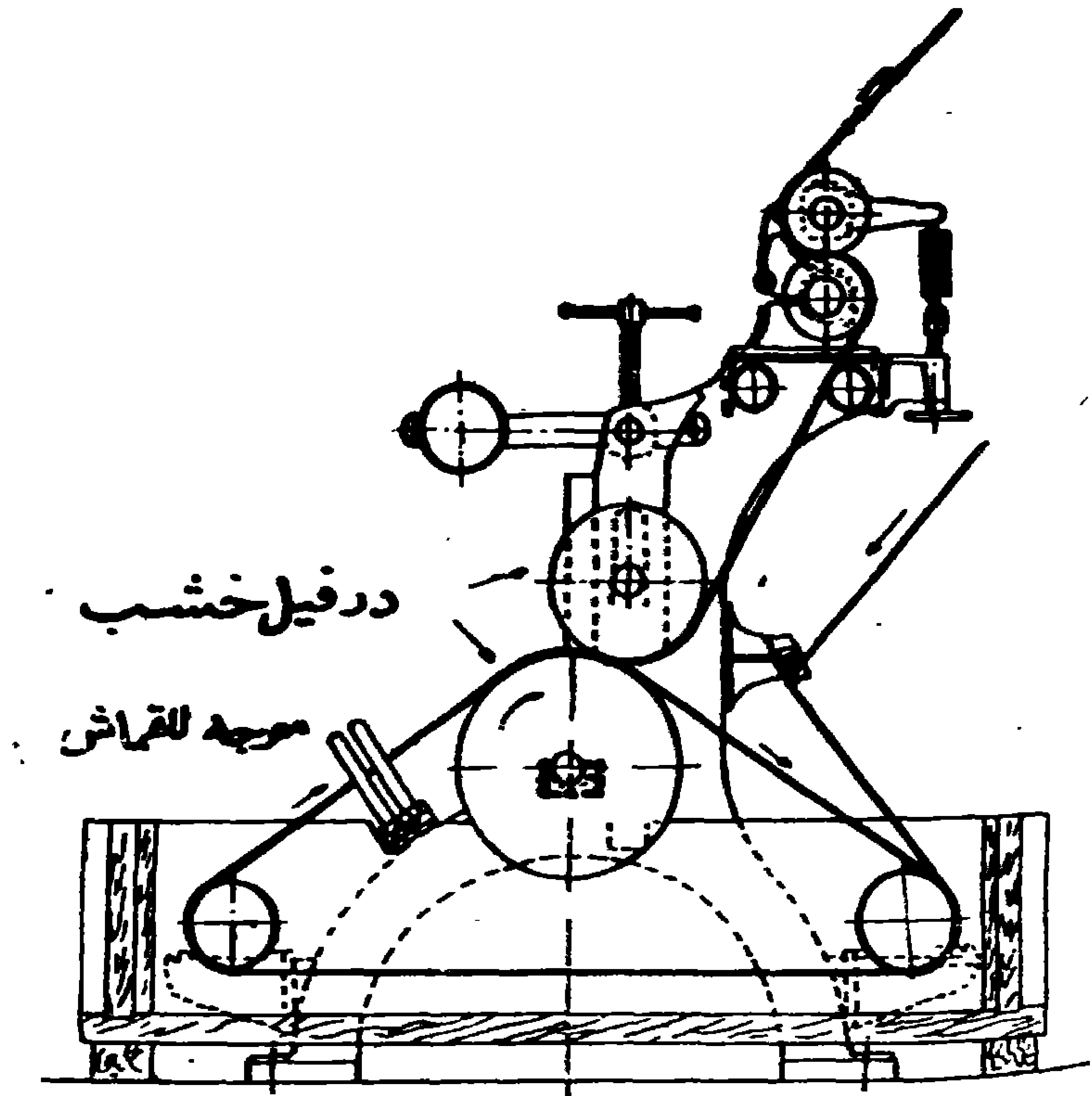
أ — تغمر الخامات على هيئة حبل وتكوم فى حجـرة من الاسمنت أو الخشب أو فى خزان سنارى (J - box) لعدة ساعات كما يمكن تشغيلها على المفـرود .

ب — استخدام ماكينات الجيجر أو الونش .

د — ترص الخامات فى تنكات ذات قاعدة مسحوبة (False bottem) ويرش محلول الهيبوكلوريت على سطح الخامة .

وحيث ان العنصر الفعال للتبييض بهذه المادة هو كمية الكلور الفعال الموجود فيها لذلك فان محلول التبييض يحضر بتركيز محدد (١ — ٥ جرام كلور فعال فى اللتر) وفى درجة حرارة ٣٠°م .

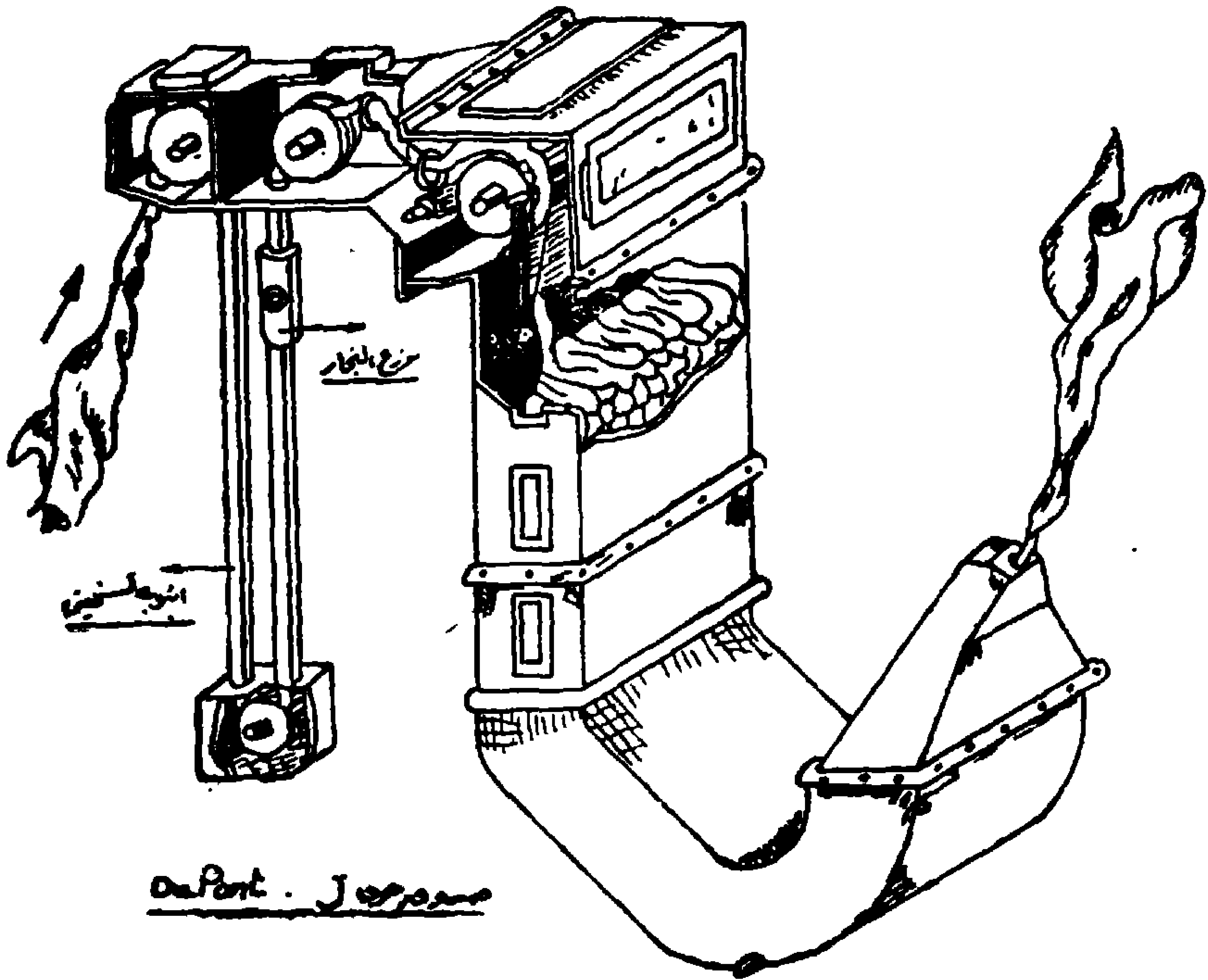
فى الطريقة « أ » تكون كمية المحلول التى تمتصها الخامة قليلة لذلك فان المحلول المستخدم يحتوى حتى ٧ جرام كلور فعال فى اللتر .. أما فى حالة استخدام ماكينة الونش فان نسبة المحلول للخامة يكون مرتفع وبالتالى يمكن خفض تركيز المحلول .



شكل (٣٦) حوض الغسيل للخامة وهى على هيئة حبل

واستخدام ماكينات الجيجر ذات انتاجية محدودة وان كان يعطى تبييض سريع يعوض الانتاجية المنخفضة نسبيا .

والشكل (٣٦) ، الشكل (٣٧) يبين احدى أحواض الغسيل وكذلك وحدة تخزين سنارى المستخدمة فى التبييض بالهيبوكلوريت على التوالى.



شكل (٣٧) خـزان سـنارى

التبييض بماء الأكسجين
HYDROGEN PEROXIDE BLEACHING

استخدمت فوق الاكاسيد بنجاح تام للتبييض فى كلا من أمريكا والمانيا وفرنسا منذ وقت طويل لما توفره من وقت فى الانتاج وقله فى الأيدى العاملة . ويظهر أن طريقة استخدام فوق الاكاسيد قد مرت بعدة مراحل فى التاريخ . المرحلة الاولى وكان يستعمل فيها اكسيد الباريوم ثم يحضر منه ماء الاكسجين وانتهت هذه المرحلة عام ١٩١٢ عندما تيسر انتاج كميات كبيرة من فوق اكسيد الصوديوم وحوالى عام ١٩٢٧ أمكن انتاج كميات صناعية من ماء الاكسجين المركز فهبط بذلك استعمال فوق اكسيد الصوديوم فى التبييض وحلت محلها نهائيا ماء الاكسجين .

وماء الاكسجين حامض ضعيف له درجة ثبات عالية فى الوسط الحامضى وتقل بالتدريج حتى تصل الى درجة ثبات متوسط عند الوسط المتعادل ويبدأ فى التفكك بالتدريج فى الوسط القلوى حتى يصل الى أعلى درجات التفكك عند درجة أس هيدروجينى ١١ر٥ الى ١٢ لذلك يضاف اليه عند التخزين حامض لخفض درجة الاس الهيدروجينى من ١ الى ٣ فعند درجة الحموضية هذه وعند درجات الحرارة المنخفضة يكون له درجة ثبات عالية ودرجة نشاط منخفضة .

كما أن كتيونات المعادن الثقيلة (مثل الحديد والنحاس والرصاص ... الخ) الموجودة فى حمام التبييض تعمل كمواد وسيطة (Catalyzers) تساعد على سرعة تحلل ماء الاكسجين كما سيأتى فيما بعد .

ويوجد ماء الاكسجين حاليا فى محاليل قوة ١٠، ١٢، ٢٠، ١٠٠، ١٣٠ قوة حجمية (Volume Strength) . وماء الاكسجين الذى تبلغ درجة تركيزه ١٠ قوة حجمية يعطى عشرة اضعاف حجمية من الاكسجين وفى نفس الوقت يحتوى على ٣٪ ماء الاكسجين .

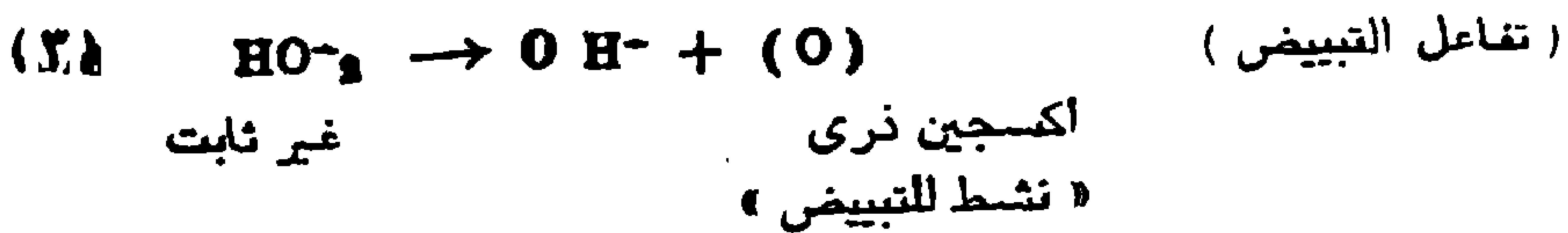
وماء الاكسجين له قدرة أكسدة منخفضة نسبيا اذا قورن بالمواد المؤكسدة القوية مثل الهيبوكلوريت ، برمنجات البوتاسيوم الا أنه يعطى الاكسجين بسهولة مع توليد حرارة كما فى المعادلات الآتية التى توضح ميكانيكية عملية التبييض بهذه المادة :



(١) $H_2O_2 \rightarrow H_2O + (O) + X\ kcal$ (تحليل اوتوماتيكى)



(٢) $H_2O_2 \rightleftarrows H^+ + HO^-_2$ (تحلل فى وسط قلوى)



(٣) $HO^-_2 \rightarrow OH^- + (O)$ (تفاعل التبييض)

غير ثابت — اكسجين ذرى « نشط للتبييض »



(٤) $Na\ HO_2 \rightleftarrows Na^+ + HO^-_2$ (تفاعل التبييض فى وسط قلوى)



(٥) $2\ H_2\ O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$ (تكسير)

اكسجين جزيئى
« غير نشط للتبييض »

من هذه المعادلات نجد ان ماء الاكسجين يتصرف فى الحمام كحامض ثنائى القاعدية ضعيف (Dibasic acid) . ففى الوسط المائى يتحلل ماء الاكسجين الى ايون هيدروجين (H^+) وايون HO^-_2 كما فى المعادلة (٢) وأن ايون HO^-_2 غير ثابت بدرجة عالية وفى وجود مواد مؤكسدة (مثل المواد الملونة الموجودة فى القطن الخام) فانه يتكسر الى اكسجين ذرى (نشط) وأيون هيدروكسيل (OH^-) كما فى المعادلة (٣) . اما عند اضافة قلوى مثل الصودا الكاوية نجد أن هناك تحول ملحوظ فى حالة التوازن لماء الاكسجين الموجد فى الحمام ناحية اليمين كما فى المعادلة (٢) ويزداد تركيز أيون HO^-_2 بدرجة كبيرة وهذا يعنى زيادة كمية الاكسجين الذرى الناتج باضافة القلوى زيادة كبيرة قد يكون لها اثر عكسى بالنسبة لمادة الخامة .

وبالرغم من اهمية اضافة القلوى الى حمام التبييض لتنشيط تحلل ماء الاكسجين كما فى المعادلة (٢) ومنع تكوين الاكسجين الجزيئى (Molecular Oxygen) كما فى المعادلة (٥) فانه يلزم فى نفس الوقت تنظيم سرعه تكوين الإكسجين الذرى اللازم للتبييض للمحافظة على متانة الخامة ومنع سرعة استنفاذ ماء الاكسجين من الحمام .

ولقد أمكن تثبيت حمام التبييض عن طريق أضافة بعض املاح السليكا اليه . فمنذ حوالى ٦٠ عاما اكتشف أن مادة سليكات الماغنسيوم لها القدرة على تثبيت حمام ماء الاكسجين ومنع سرعة تحلله فى وجود القلوى ومنذ ذلك الوقت وحتى الان استخدمت مركبات السلكا لتثبيت حمام التبييض والمادة شائعة الاستعمال هى مادة سليكات الصوديوم فى وجود أيون الماغنسيوم للحصول على التبييض المطلوب . .

ومنذ اكتشف مادة التثبيت حتى الان لم يوجد اى أيضاح مقنع لتفسير هذه الظاهرة الا ان هناك محاولات متعددة لذلك نشير اليها سريعا فيما يلى .

مواد التثبيت (Stablizing Agent)

اوضح ماشيو (Machu) (*) من نتائج التجارب التى حصل عليها على ان مواد التثبيت لا تحدث اى تغيير فى ميكانيكية تفكك ماء الاكسجين وأن كانت تقللها . وقد بنيت التخيلات الحديثة لعملية تثبيت ماء الإكسجين على الملاحظات الخاصة بتفككها الوسيط (Catalytic Decomposition) وقد درست التفاعلات الوسط من وجهات النظر المختلفة وكانت المحصلة لذلك هى :

(*) Chemical Technology of Fibrous Material, F. SADOV, M. KORCHAGIN A. Matetsky, (1973) p. 173.

١ـ تكوين نواتج تفاعل وسط (Intermediate) نشطة .

٢ـ تنشيط عملية تكوين الجذور النشطة (Radical - Chain) .

وبناء على نظرية تكوين المركبات الوسط فان المادة الوسيطة (Catalyser) عبارة عن مادة لها القدرة على تكوين مركبات وسط نشطة مع ماء الاكسجين والتى تتحلل وينتج عنها الاكسجين والمادة الوسيطة مرة اخرى . اما بالنسبة لنظرية تكوين ال Radical - Chain فان المادة الوسيطة تتداخل مع الاكسجين وتنشط تحلله الى جذور (Radicals) لتبدأ السلسلة من جديد .

وتباعا لما سبق فان اعاقة تحلل ماء الاكسجين تحت تأثير مواد التثبيت يمكن تفسيرة كالاتى :

١ ـ تكوين مركبات وسط أكثر ثباتا بين الاكسجين والمادة الوسيطة والمثبيت (Stablizer)

٢ ـ اخماد (Quenching) للجزيئات المهيجة وتكسير السلاسل المتكونة .

٣ ـ تحويل المادة الوسيطة الى شكل غير نشط واخراجة من حيز التفاعل .

وسليكات الصوديوم اكثر المواد المناسبة والمتاحة والاكثر استخداما كمواد تثبيت فى محاليل التبييض حيث أن تثبيتها اصبح ذو تأثير فعال فى الحالات الآتية :

ا ـ فى وجود ايون المغنسيوم (Mg++) والكالسيوم (Ca++) .

ب ـ مع زيادة نسبة السليكات والقلوى .

جـ — فى وجود المركبات ذات الوزن الجزيئى الكبير الموجود على الخامة

ولقد اختلف الباحثون فى وجهة نظرهم بالنسبة لميكانيكية الثبات التى تحدثه مادة سليكات الصوديوم وهناك أساسين يمكن ايضاحهما :

احدهما يربط بين تأثير الثبات لسليكات الصوديوم مع تكوين سليكات الكالسيوم والمنجنيز واللتين هما مواد قوية نتيجة الى تكوين مركبات بيروكسيد ثابتة او مركبات غير نشطة مع الوسيط بينما آخرين يؤولوا عملية الثبات على أنها عملية ادمصاص .

فلقد اوضحوا بأن تأثير الثبات الناتج عن دخول سليكات الصوديوم فى حمام التبييض ناتج من تواجد رواسب هلامية (Gel) لحامض السلسليك ذات الاسطح العديدة فى حمام حديث التكوين وهذا الهلام له قدرة كبيرة على الادمصاص وبالتالى يد مص نواتج ماء الاكسجين الوسيطة وتحويلها الى شكل غير نشط .

ولقد أظهر الباحثون أن الخصائص الاساسية للعملية هى كما يأتى :

١ — أن ميكانيكية قدرة سليكات الصوديوم يرجع الى أنها تربط الجذور الحرة (Free - Radicals) وبالتالى تفرمل التفاعل السلسلى لتحلل ماء الاكسجين .

٢ — أملاح الماغنسيوم والكالسيوم تقلل نشاط تكوين المركبات الوسط وتبطىء تفاعل ماء الاكسجين التحللى .

٣ — ارتباط الراديكلات الحرة مع سليكات الصوديوم يصاحبه بلمرة وتكوين رواسب سليكات والسليكات ذات الوزن الجزئى الكبير ترتبط مع الجذور الحرة أكثر سهولة وكليا وبالتالى فان زيادة وحدة السليكات والقلوى تكون نتيجتها تأثير ثبات اقوى مع زيادة تلقائية فى كمية الرواسب .

٤ — عند درجات الحرارة العالية فان سايكات الصوديوم لها خصائص وسيطة أى أنها تلعب دورين فى آن واحد وهو تثبيت ماء الاكسجين عن طريق ربط الجذور الحرة وفى نفس الوقت تنشيطها عن طريق تكوين مركبات وسط نشـــــطة .

٥ — الدور الرئيسى التى تلعبه أملاح المغنسيوم والكالسيوم يتركز فى خفض نشاط سليكات الصوديوم الوسيط وبالتالى تركيز نشاطها فى تثبيت الحمام دون تكوين مركبات وســـط .

مميزات التبييض بماء الاكسجين

لقد حظى التبييض بماء الاكسجين باستعمالات كثيرة ويرجـــع ذلك الى الاســـباب الآتيــــة :

١ — امكانية استعماله فى عمليات التبييض المستمر .

٢ — تحسين ظروف التشغيل من ناحية عدم تصاعد روائح الغازات الضارة بالصحة (مثل الهيبوكلوريت) والتى لا تحتاج الى تهوية او ماكينات مغلقة كذلك لا يؤثر على الماكينات من ناحية الصـــدأ (كما هو الحال فى الكلوريت)

٣ — الحصول على درجة بياض ثابتة ومتانة عالية الخامة .

٤ — امكانية تبييض الخـــامات التى ســـبق صـــباغتها حيث أن ماء الاكسجين لا يؤثر على لون او ثبات الخامة المصبوغة كما هو الحال مع الكـــــلور .

٥— سهولة تشغيل هذه المادة وعدم وجود عمليات تالية بعد التبييض مثل التحميض وازالة الكلور لأن نواتج التحال هو اكسجين وماء.

وبالرغم من هذ الميــزات التى جعلت التبييض بماء الاكسجين يحتــل

مكانة ممتازة وينتظر ان يزداد استخدامه أكثر فى المستقبل الا أن هناك بعض الصعوبات التى مازالت قيد البحث للتغلب عليها وهى :

١ — عدم ثبات محاليل ماء الاكسجين فى المحاليل القلوية العالية .

٢ — عند استخدام السليكات كمادة تثبيت فانها تترسب على الماكينات والقماش ولا يمكن ازالتها بالطرق الكيميائية وقد ينتج عنها تلف كميات كبيرة من القماش بجانب انها تجعل ملمس الاقمشة خشن وجاف . وتوجد حاليا فى الاسواق بعض مواد التثبيت العضوية التى تضاف مع سليكات الصوديوم خاصة فى عمليات التبييض المستمر مثل مادة (Stablizier CS Liquid) لشركة ساندوز (Sandoz) وهذه المادة تساعد على الاقلال من تأثير سليكات الصوديوم الغير مرغوب فيها او مواد تحل نهائيا محل سليكات الصوديوم مثل (BASF) Prestogen PC) والتى تمتاز باحتواءها على مواد تنظيف ومواد تطريرة وبلل وهى خليط من مواد أنيونية وغير أنيونية ذات نشاط سطحى .

التبييض بماء الاكسجين

١ — الطريقة العادية

يتم التبييض فى نفس مرجل الغلى أى بعد عملية الغلية حيث يغسل القماش جيدا وهو داخل المرجل ثم يستعمل محلول ماء الاكسجين بتركيز ½ الى ١ قوة حجمية بعد اضافة المواد اللازمة وتجرى عملية التبييض داخل المرجل قرب الغليان ويلاحظ أن يكون مبطنا من الداخل جيدا وذلك لان وجود اى اثار معادن يؤدى الى تنشيط ماء الاكسجين الذى يهاجم السليلوز مكونا أكسيد السليلوز .

٢ — الطريقة المستمرة

هذه الطريقة هى المتبعة حاليا فى معظم المصانع حيث تشبه الطريقة المستمرة فى الغلى الى حد كبير وتنقسم الى قسمين حسب نوع القماش ووزنه وتركيبه النسجى كالآتى :

أ — الاقمشة خفيفة الوزن

يتم تبييض القماش فى هذه الطريقة على هيئة حبل حيث يمر القماش وهو مفرود فى محلول ماء الاكسجين تركيزه من ١ر١ — ٦ر١ قوة حجمية عند ٢ر١٠ — ٨ر١٠ درجة أس هيدوجينى وعند درجة حرارة حوالى ٣٨° م ويحتوى المحلول على مادة ابتلال وبعد تشبع الخامة بالمحلول تمر فى حلقة لتحويله الى هيئة حبل ويدخل فى أنبوبة خاصة مسخنة بالبخار تحت ضغط ٣٠ رطل / البوصة المربعة درجة حرارتها ٨٠° — ٩٠° م وبعدها يتم تخزينه فى خزان سنارى معزول جيدا ليمكث حوالى ساعة لتتم عمليه التبييض .

ب — الاقمشة الثقيلة

تتم عملية التبييض للاقمشة الثقيله او الاقمشة ذات التركيب النسجى المعقد والذى يخشى عليها من تكوين كسر وهى على المفرود حيث يستخدم طريقة مشابهة للطريقة السابقة مع عمل التعديل اللازم للخزان السنارى ليلائم عرض الخامة .

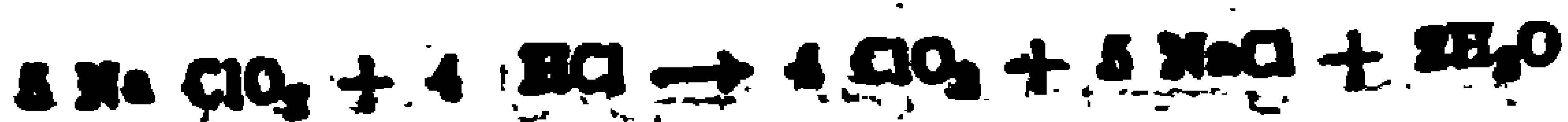
التبييض بالكلوريت

CHLORITE BLEACHING

عرفت مادة الكلوريت منذ النصف الاول من القرن التاسع عشر ومع ذلك فان الاستخدام الحقيقى لهذه المادة بدء فى الثلاثينات من هذا القرن فقد زاد استعمالها منذ عام ١٩٤٠ زيادة كبيرة لتبيض مختلف أنواع الخامات خاصة الالياف السليلوزية المخلوطة بالالياف الصناعية . وقد بدء انتاج هذه المادة فى الولايات المتحدة وتستخدم حاليا فى بعض بلاد غرب أوروبا مثل فرنسا والمانيا الاتحادية وبريطانيا والسويد .

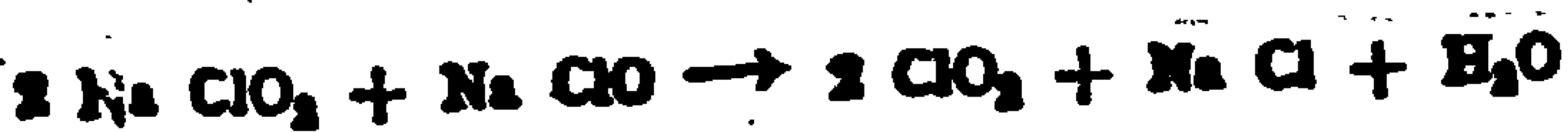
ويوجد كلوريت الصوديوم كملح غير مائى او كملح متميه يحتوى على ثلاث جزيئات ماء . والملح الغير متميه عديم اللون وثابت عندما يخزن فى مكان جاف والمادة المستخدمة على المستوى التجارى توجد اما على هيئة بودرة أو كمحلول من ٢٠ الى ٥٠٪ تركيز .

وتمتاز هذه المادة بان لها قدرة اكسدة ثابتة لمدى واسع من درجات الاس الهيدروجينى ودرجات حرارة ايضا . وتعتمد عملية التبييض على ثانى اكسيد الكلور ($Cl\,O_2$) المتكون عند تحميض حمام الكلوريت كما فى المعادلة (١) .



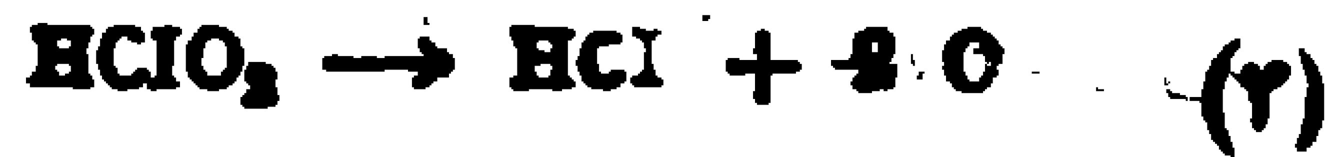
$$5\,NaClO_2 + 4\,HCl \rightarrow 4\,ClO_2 + 5\,NaCl + 2H_2O$$

وقد يتكون ثانى اكسيد الكلور فى الحمام باضافة مادة مؤكسدة مثل الهيبوكلوريت فى وسط متعادل أو قلوى كما فى المعادلة (٢) .



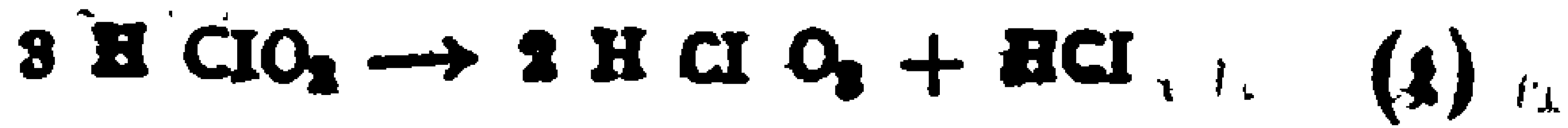
$$2\,NaClO_2 + NaClO \rightarrow 2\,ClO_2 + NaCl + H_2O$$

اما تبعا لابحاث ادستر (Agster) (*) فان العنصر المؤكسد هو الاكسجين النشط كما في المعادلة (٣) — وليس ثاني اكسيد الكلور كما سبق — وهو في ذلك يشبه مادة الهيبوكلوريت .



$$HClO_2 \longrightarrow HCl + 2\,O \qquad (٣)$$

كما يوجد بعض التفاعلات المنافسة الاخرى بجانب هذا التفاعل كما في



$$3\,HClO_2 \longrightarrow 2\,HClO_3 + HCl \qquad (٤)$$

المعادلات (٣ ، ٤) .

ويتوقف تحلل مادة الكلوريت بدرجة كبيرة — كما هو الحال في مادة الهيبوكلوريت — على درجة الاس الهيدروجيني . فعند درجة اس هيدروجيني ٣ يتكون اعلى تركيز من حامض الكلوروز ($HClO_2$) أما في وسط اكثر حموضة فيزداد تركيز ثاني اكسيد الكلور بدرجة كبيرة . ولهذا فان التبييض بالكلوريت يفضل ان يتم عند درجة اس هيدروجيني من ٣ر٥ الى ٤ . ويلاحظ من المعادلات السابقة ان حامض الهيدروكلوريك يتكون بصفة دائمة وهذا يعمل على خفض درجة الاس الهيدروجيني للحمام وبالتالي زيادة كمية ثاني اكسيد الكلور التي قد تؤثر على الخامة وتضعفها ، لذلك يلزم ان تضاف مادة صدامة (Buffer) مثل فوسفات ثنائي الصوديوم (Na_2HPO_4) لتثبيت درجة الاس الهيدروجيني عند ٣ لتنظيم خروج العنصر المؤكسد .

وبالرغم من ان درجة الاس الهيدروجيني المناسبة للتبييض هي ٣ر٥ — ٤ فانه يفضل أن يبدأ التبييض عند درجة اعلى من ذلك (٥ الى ٧) — وذلك لتجنب تصاعد غاز ثاني اكسيد الكلور السام بكمية كبيرة — وبالتدريج تنخفض الى الدرجة المطلوبة .

(*) Agster, Textilveredlung I (1.66), 276.

وتستخدم بعض المركبات لتنشيط وتثبيت حمام الكلوريت مثل الاحماض العضوية ثنائية القاعدية ، الاسترات ، الالدهيد . . . . الخ والأحماض التى تعمل على خفض درجة الاس الهيدروجينى تتكون من هذه المركبات بالتحلل أو الاكسدة . كما يمكن اضافة مادة الهيبوكلوريت كما فى المعادلة (٢١ - ٠) وهناك بعض المواد المساعده التى تؤدى هذا الدور مثل مادة Lusynton A لشـــــركة (BASF)

مميزات التبييض بمادة الكلوريت عن الهيبوكلوريت

١ - تتميز مادة الكلوريت عن الهيبوكلوريت فى التبييض بأن لها قـدرة ثابتة للاكسدة على مدار واسع من درجات الأس الهيدروجينى وبالتالى فانه يمكن استخدامها للتبييض اما فى الوسط القلوى أو فى الوسط الحامضى كما أن قدرتها على الاكسدة تكون متجانسة .

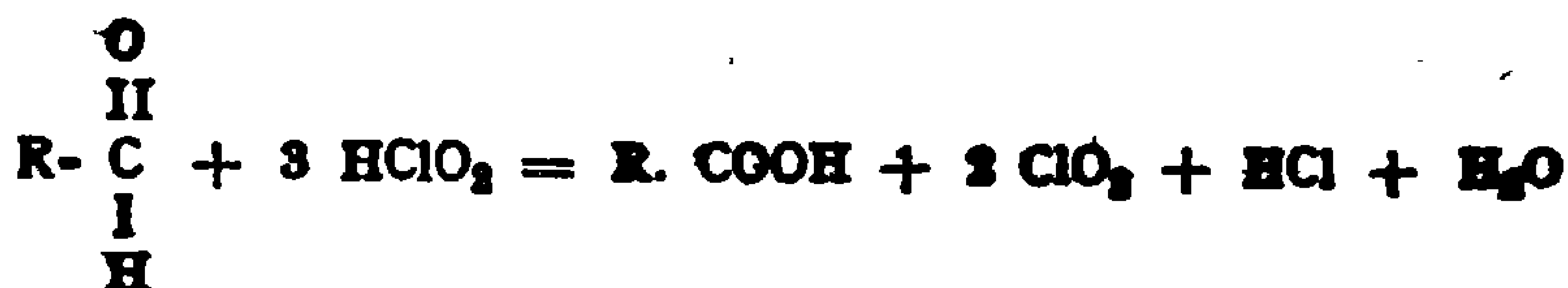
٢ - التبييض بالكلوريت ليس حساسا للاختلاف فى درجة الأس الهيدروجينى أو الحرارة كما فى الهيبوكلوريت . فالالياف السليلوزية يمكن تبييضها عند أس هيدروجينى من ٢ - ٩ ودرجة حرارة من صفر - ١٠٠ ° م وتركيبات من ١ - ٢٠ جرام كلور فعال فى اللتر الا أن معدل التبييض يكون منخفض عند درجة أس هيدروجينى أعلى من ٥ وأقل من ٤ لان الفاقد فى ثانى أكسيد الكلور يكون ملحوظا .

٣ - التبييض بالكلوريت يعطى أحسن مقاومة للملبس (Wear Resistance) كما أنه يعطى مظهرا جذابا للاقمشة .

٤ - اختصار شديد فى الوقت وسهولة وانخفاض فى التكاليف .

٥ - يعطى أعلى درجة تنظيف للشعيرات بدون اتلافها حيث أن تأثيره على

الروابط الداخلية للسليلوز مقصور على الاكسدة الاختيارية لمجموعة الالدهيدكما فى المعادلة



$$R-\overset{\overset{O}{\|}}{\underset{\underset{H}{|}}{C}} + 3\,HClO_2 = R.COOH + 2\,ClO_2 + HCl + H_2O$$

طرق التبيض بالكلوريت

تجرى عملية التبييض بالكلوريت فى الولايات المتحدة عند أس هيدروجينى ٨ر٥ اما فى فرنسا والمانيا ومنطقة اوروبا فتجرى عملية التبييض فى وسط حامضى يقع بين ٥ر٣ — ٤ أس هيدروجينى .

ويمكن باستعمال الكلوريت الحصول على درجات متراوحة من البياض حسب الحاجة فمن تبييض نصفى لاغراض الصباغة والطباعة الى تبييض ناصع وثابت للمنسوجات البيضاء كما تستعمل ايضا الكلوريت فى عمليات التبييض المستمر .

التبييض فى وسط قلوى

تجرى هذه العملية اما باستعمال كلوريت الصوديوم وحده مع اضافة املاح قلوية مثل كربونات الصوديوم اوباستعمال مخلوط من كلوريت الصوديوم وهيبوكلوريت الصوديوم بنسبة ١ : ١½ من الكلور الفعال لكل من المادتين كما فى المعادلة (٢) وذلك فى درجة الحرارة العادية الا أنه وجد أن هذه الطريقة مماثلة لطريقة الهيبوكلوريت وبالتالى فانه يفضل استخدام طريقة الهيبوكلوريت لرخص ثمنه .

التبييض فى وسط حامضى

تتم عملية التبييض فى وسط حامضى باضافة حامض الخليك أو الفورميك

كما فى المعادلة (١) أو فى وسط متعادل مع منشط وترفع درجة حرارة المحلول تدريجيا ٧٠° ــ ٨٠° م ويتكون المحلول المستعمل فى وسط حامضى من واحد جرام / لتر كلوريت الصوديوم مع واحــد جرام مادة مبللة ، ٣ جــرام / لتر نيترات صوديوم ، كما تضاف بعض الاحماض المعدنية لتصحيح أى تغيير يحدث فى درجة الأس الهيدروجينى للعملية وتقوم الاحماض العضوية فى هذه الحالة بدور المنظم . بعد ذلك تغسل الخامة جيدا بالماء الساخن ثم البارد بعد التبييض للتخلص من آثار الحامض .

وبالاضافة الى المركبات المنشطة الســالفة الذكر مثل الهيبوكلوريت او الاحماض والتى تضاف الى الكلوريت لتوليد ثانى اكسيد الكلور فقد اكتشفت طرقا جيدة لتنشيط هذه المادة وذلك باجراء التبييض فى وجود احدى هــذه المعادن وهــى :

الكروم ــ الحديد ــ الكوبلت ــ النيكل ــ النحاس واملاحها وسبائكها .

عيوب التبييض بالكلوريت

١ ــ غاز ثانى اكسيد الكلور الناتج من التفاعل غاز أخضر مائل الى الاصفرار يذوب فى الماء الا انه يفقد هذا الذوبان عند ارتفاع درجة الحــرارة مما ينتج عنه تراكم الغــاز فوق الماكينة مسببا جــوا خانقا ــ لذا يجب أن يكون نظام التهوية جيد بحيث يعمل على سحب أى غازات متكونة اولا بأول كما أن هذا الغاز يهاجم المعدن المصنع منه الماكينــات مسببا تآكلها لذا يحتم أن تصنع هذه الماكينات من السيراميك او الخشب أو المعــدن الغير قابلة للصدأ . كما أن أملاح الفوسفات أو النيترات والكبريتات بنسبة ½ جرام / لتر يمكن التقليل من التآكل بدرجة ملحوظة .

٢ ـ قدرة هذا الملح على الاشتعال فى وجود الهيدروسلفيت كما أن الاقمشة أو الاوراق التى قد تكون قد غمرت فى محلول كلوريت الصوديوم يمكن أن تشتعل بسهولة عندما تجف .

التبييض بحامض فوق الخليك

PERACETIC ACID

تشير المراجع العلمية الى نمو استخدام حامض فوق الخليك فى تبييض الاقمشة ولقد وجد لهذا الحامض العديد من المميزات فى الوسط القلوى عن ماء الاكسجين .

فهذا الحامض لا يسبب تلفا لسليلوز القطن ويعطى درجة عالية ومنتظمة من التبييض ، كما أن له درجة ثبات جيدة لمحاليل التبييض ويمكن تبييض الاقمشة عند درجة حرارة منخفضة (٢٠° ـ ٢٥° م) .

الا أن من عيوب هذا الحامض الابخرة الضارة المتولدة اثناء التشغيل خاصة عند استخدام ماكينات مكشوفة . فأبخرة حامض فوق الخليك ليست سامة ولكنها ذات رائحة مهيجة لذلك فانها تحتاج الى تهوية كما أن ماكينات التبييض يجب أن تصنع من معدن لا يصدأ .

ويحضر حامض فوق الخليك (CH_3-COOOH) فى محاليل مركزة (٣٦ ـ ٤٠ ٪) من حامض الخليك الغير مائى (Acetic Unhydrous) مع ماء الاكسجين فى وجود عامل وسيط مثل حامض كبريتك .

والحامض عديم اللون ذو رائحة نفاذة وقابل للاشتعال وفى وجود معدن مثل (النحاس والماغنسيوم) يشتعل المحلول المركز (٤٠ ٪) مولدا انفجار ، لذلك يفضل أن يخزن فى مكان جاف بعيد عن اللهب .

أما محاليل حامض فوق الخليك المخففة (٢ ـ ٣٪) فتنتج مباشرة للاستعمال الصناعى فى التجهيز بطرق حديثة وبالتالى يمكن تجنب الصعوبات السابقة .

وطرق انتاج محاليل الحامض المخففة تعتمد على تداخل ماء الاكسجين مع حامض الخليك الغير مائى فى محاليل مخففة وفى وجود وسيطة حسب المعادلة .



$$H_2O_2 + (CH_3CO)_2O \rightleftarrows CH_3COOOH + CH_3COOH$$

وتختلف هذه الطرق تبعا الى الوسيط وتركيز المحاليل المستخدمة .

استخدام حامض فوق الخليك فى التبييض

استخدم حامض فوق الخليك التجارى أولا فى تبييض شعيرات البولى أميد . وعند تطوير طريقة تحضير هذا الحامض بتركيزات منخفضة مباشرة فى الوحدات الانتاجية جعله واسع الانتشار فى العديد من مجالات التبييض خاصة انه اكتسب اهمية خاصة للزيادة المتطردة فى استعماله لتبييض اليساف القطن والبولى أميد .

وقد أمكن الحصول على نتائج جيدة فى تبييض الخامات المنسوجة من الياف سبق صباغتها بصبغات أحواض أو صبغات أزو (خاصة تلك التى لا تحتوى على معادن) .

(Stablizing of Bleaching Liquor)

تثبيت محاليـل التبييض

تؤول قدرة حامض الفوق خليك الى وجود مجموعة الفوق اكسيد (HOO)
تحت ظروف التبييض تتحلل تبعا الى هذه المعادلة :



$$2\,CH_3 - \underset{\underset{O - OH}{|}}{\overset{\overset{O}{\|}}{C}} \longrightarrow 2\,CH_3COOH + O_2$$

ومع ذلك ، فان التحلل السريع لحامض فوق خليك عند تسخين حمــام التبييض حتى عند درجة ٦٥°م فى عدة دقائق غير مرغوب فيه ، لان هذا يؤدى الى فقد الاكسجين النشط وفى نفس الوقت تلف الشعيرات المبيضة ·

وسبب التفكك الكيميائى لحامض الفوق خليك فى حمام التبييض يرجـــع الى وجود الجذور الحرة (Free - radical) التى تتكون فى حمام حامض فوق خليك والتى تشبه فى ذلك حمام التبييض بماء الاكسجين — وهناك دائما كمية من الراديكالات الحرة تكون متواجدة بصفة مستمرة فى الحمام تبعا للنظام الآتــــــــــــى :



$$H_2O_2 \rightleftarrows HO^{\cdot}_2 + H^{\cdot}$$
$$\updownarrow$$
$$HO^{\cdot} + OH^{\cdot}$$



$$CH_3COOOH \rightleftarrows CH_3\,COO^{\cdot} + OH^{\cdot}$$

بجانب ذلك فهناك ايضا التحلل الوسيط (Catalytic destruction) لحامض فوق خليك بواسطة بعض المعـــادن (نحاس ، حـــديد ، ماغنسيوم) واملاحهما والتي تتواجد دائما فى حمام التبييض ترتبط دائما مع استهلاك كميات من الاكسجين كفاقد ومتلفة للخامات .

لذلك نجـد أنه فى حالة حامض فوق خليك ـ كما هو الحـال فى حالة مـاء الاكسجين ، للتبييض فى وسط قلوى يحتاج الحمام الى عملية تثبيت للحفاظ على تركيز المادة الفعالة ٠

وحتى الآن لا توجد فى المراجـع العلمية أى شىء يشير الى دور مـواد التثبيت فى تثبيت حمام التبييض ولن هذه المواد قد اختبرت بالخبرة العملية وتبعا لبعض هذه البيانات فعند تركيز اولى لحامض فوق خليك ٣ جرام / لتر ودرجة اس هيدروجينى ٦ وحمام نسبة المحلول الى الخامة ٥٠ : ١ ودرجة حرارة ٨٠°م فان زمن التبييض يكون ٣ ساعات ٠ وقد استخدمت مواد تثبيت مختلفة لدراسة فعالية كلا منها وهما كالاتى :

سليكات الصـوديوم (Na_2SiO_3)	١ جرام / لتـر
كبريتات مغنسيوم ($Mg\ SO_4$)	٠ر١ " "
كلوريد الكالسيوم ($Ca\ Cl_2$)	١ " "
ترايلـــــــون ب (Trilon B)	١ " "
كالجــــــــون ت (Calogen T)	١ " "
بيرو فوسفات الصوديوم (Na Pyrophosphate)	٣ر١ " "
و	٥ " "

ولقد وجد ان افضـــل نتائج تم الوصــــول اليها من هذه المــواد كانت بيروفوسفات الصوديوم بكميات ٥و٣ جرام / لتر ٠ فبعد ٣ ســـاعات تبييض كان المحلول مازال يحتوى على ٢ر٠ جرام / لتر حامض فوق خليك اما عنــد اســـتخدام سليكات الصـــوديوم مع الترايلون ب (Trilon B) لشـــركة (BASF) فى تبييض القطن عند ٩٠°م وهى المستخدمة فى حمام ماء الاكسجين فان الحمام تحلل فى حوالى ٣٠ ـــ ٤٠ دقيقة وهى نفس المـــدة اللازمة لتحلل الحمام بدون مادة تثبيت ٠

كما اعطت مـادة الكالجون ت نتـائج جيدة عند اسـتخدامها بنسبة ٣ جرام / لتـر كذلك يمكن استخدام مادة بيروفوسـفات الصوديوم بتركيـز ٢ جرام / لتر .

وبالنسبة للتحلل الوسيط لحامض فوق الخليك بواسـطة النحاس فانه ينصح باضافة حامض الاوكساليك (Oxalic acid) فى الحمام .

تاثير درجة الاس الهيدروجينى (PH) فى حمام التبييض :

الأس الهيدروجينى المناسب لحمام التبييض هو ذلك الذى عنـده يمكن الحصول على أفضل درجة تبييض باقل تفكك للخامة ولقد وجد أن عند درجة أس هيدروجينى ٥ — ٦ أمكن الحصـول على أعلى درجة بياض مع جـودة وعدم تفكك للخامة فى مدة من ١ — ١½ ساعة . وعند زيادة الإس الهيدروجينى للحمام فان ثبـات الحامض ينخفض بحده ، فعند أس هيدروجينى ٨ وجـد أن تحلل الحامض يحدث بسرعة بجانب ان الخامة تتأثر بشـدة .

تاثير درجة حرارة الحمام على عملية التبييض

يمتاز حامض فوق الخليك بامكانية تشغيله فى مجال واسـع من درجات الحرارة وفى حالة الخامات القطنية ، فان أفضل النتائج يمكن الوصـول اليها عند درجة حرارة من ٦٠° — ٦٥° م فى مدة من ١ — ١½ ساعة وعند رفـع درجة الحرارة الى ٩٠° م فان زمن التبييض يقل الى ½ ساعة كما يمكن اجراء عملية التبييض عند درجة منخفضة (١٨° — ٢٠° م) وهى الحرارة المناسبة لتبييض الاقمشـة الملونة .

والتبيض عد درجة حرارة ٦٠° — ٦٥° م يعطى أحسن بياض ثابت بدون اى تلف للشعيرات ، اما عند رفع درجة الحرارة أعلى من ذلك فيرتفع معدل تحلل الحامض مما يكون له اثر سيىء على متانة الخامة .

وحامض فوق الخليك مـادة تبييض عامة تستخدم فى تبييض الاليـاف السليلوزية والبولى أميـد وخلطاتها بجانب الياف السليلوز المعـاد تشكيلها (الفبران) الا انه من الصعب استخدامه فى تبييض الياف البولى استر أو البولى اكريلك حيث انه يجعل لونها اصفر .

طـرق التبييـض

تنقسم طرق تبييض الاقمشة المستخدمة الى الاتى :

١ ـ تبييض الاقمشة على هيئة حبل (Rope - Form)

أ ـ باستخدام المراجل فى الغليان .
ب ـ باستخدام الطرق المستمرة (الغمر ـ التخزين بالبخار ـ الغسيل)
جـ ـ باستخدام ماكينة الونش (الهاسبل) .

٢ ـ التبييض على المفرود (Open - Width)

تبييض الاقمشة على هيئة حبل

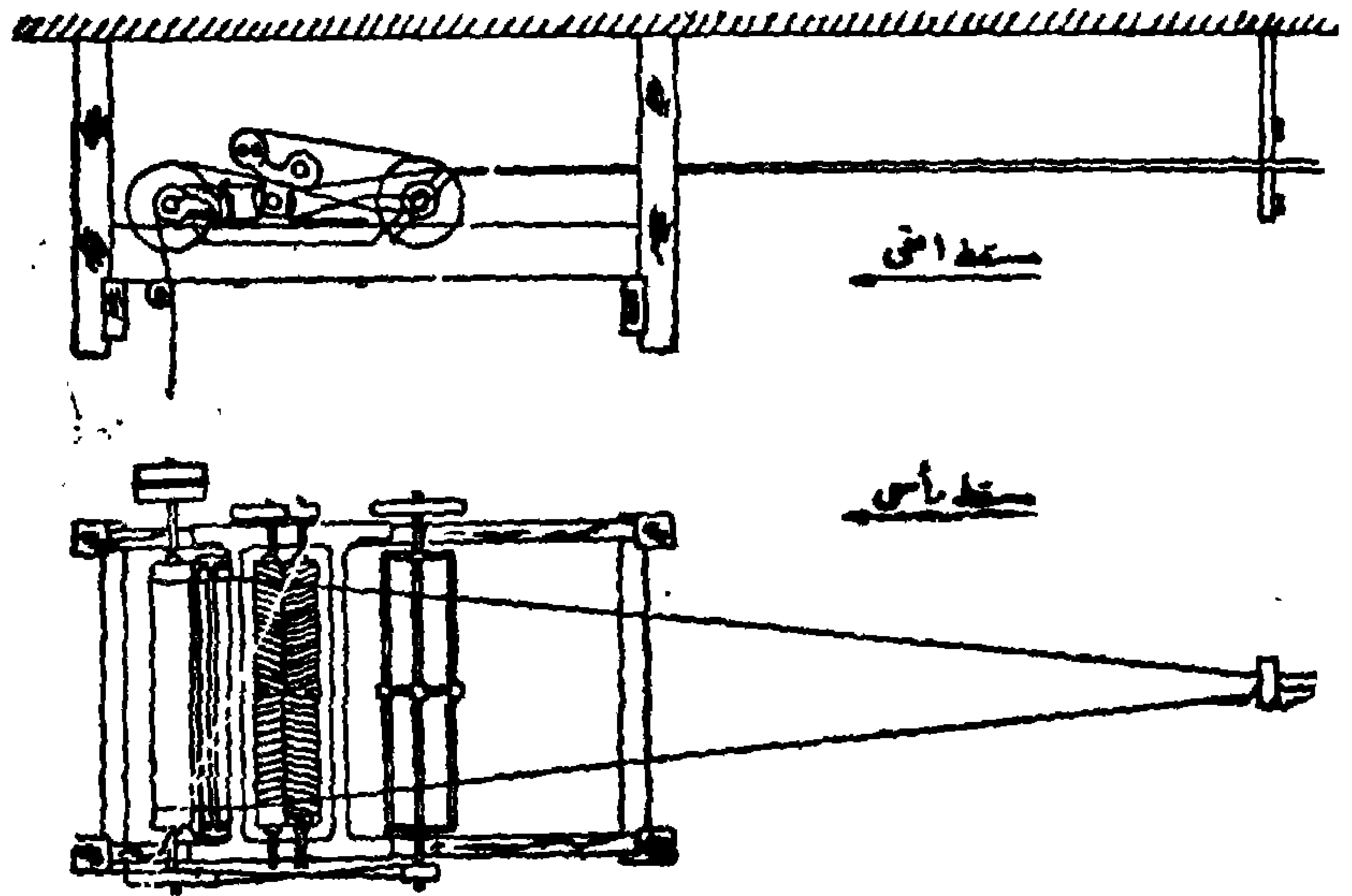
تستخدم هذه الطريقة عادة بالنسبة لمعظم الاقمشة القطنية حيث يمـر القماش فى أحواض التبييض بعد ضم عرضـه على بعض لتتم عملية التبييض وهو فى هذا الشكل باحدى الطرق الآتيـة :

١ ـ التبييض اللاحق لعملية الغلية فى المرجل

وهذه الطريقة قديمة وتتم فى أحواض متتالية بكل منها درفيلين من الخشب (قطـر كل منها ½ متر) يمر بينهما القماش ليتم عصره أثنـاء التفاعلات الكيمائية أو عند غسيله للتخلص من المحلول الفائض الموجود به .
وتجرى بعد ذلك العمليات الاتية على القماش :

يخرج القماش من مرجل الغلية ويمر فى حوض غسيل ثم الى حوض به محلول التبييض ثم يخـــزن فى حوض من الاسمنت لاتمام التفاعـــلات الكيمائية ـ ثم يسحب وهو لا يـــزال على شــكل حبل ويغسل جيـــدا قبل تمريره على ماكينة الفرد المسماه بالاسكتش (Scutcher) (شكل ٣٨) لفرده مرة اخرى ويرص على عربات تنقله الى العملية التالية .

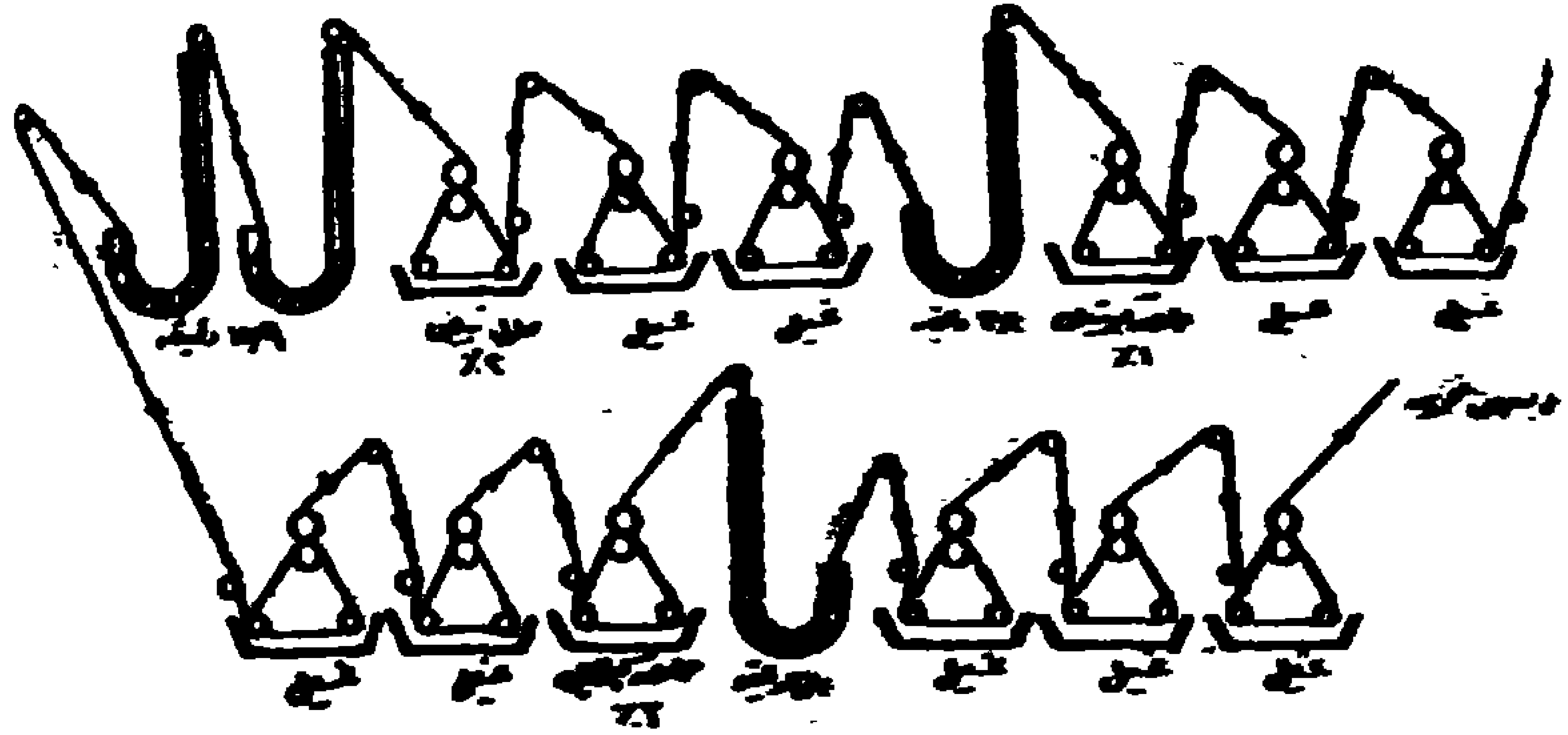
ويتم سحب ورص وتخـــزين القماش فى كل مرة وهو على شـــكل حبل بواسطة جهاز اتوماتيكى « Piler »



شـــــكل (٣٨)

ب ـ التبييض المستمر بخزان سنارى

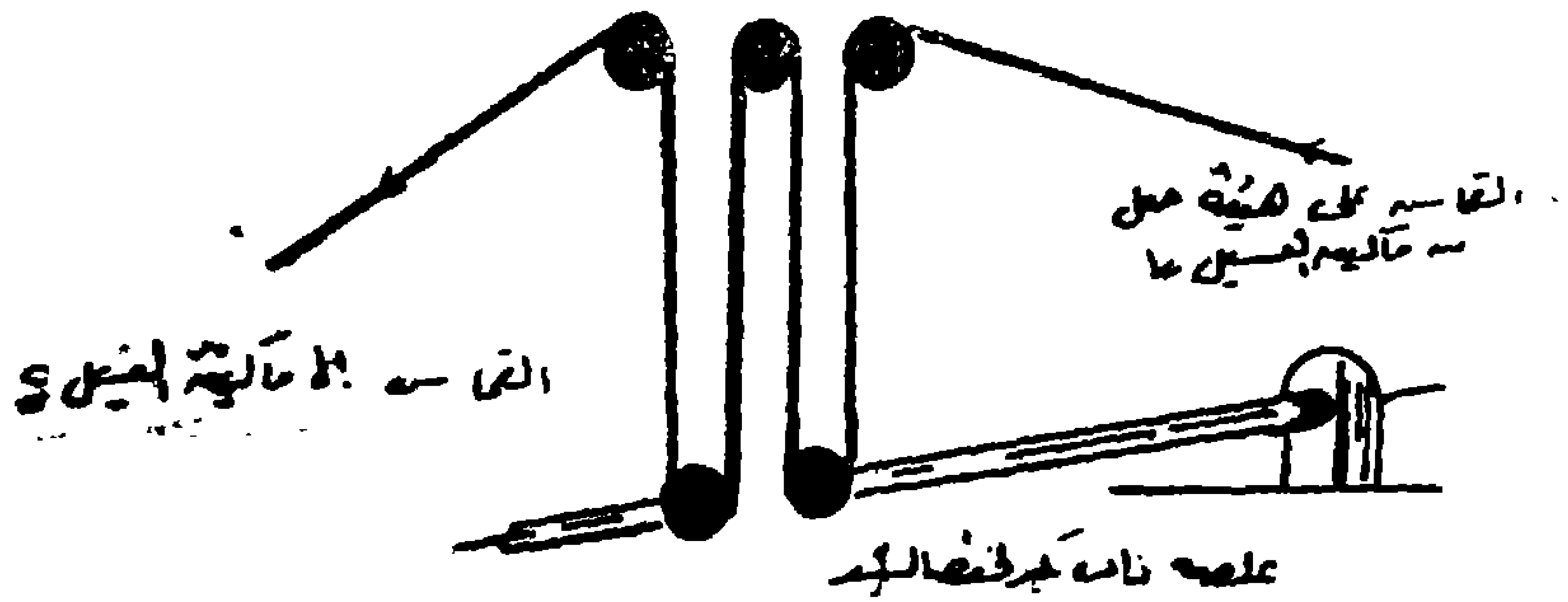
يمر القماش بعد خروجه من المراجـــل المختلفة الاحجام والانواع فى ماكينات الغسيل والتحميض المبينة فى الشكل (٣٩) وهو على هيئة حبل كالآتـــــى :



شـــكل (٣٩)

اولاً فى ماكينتين الغسيل ثم الى ماكينة التحميض (حتى يتم معادلة الصودا الكاوية المتبقية فى القماش) ويستعمل لذلك حامض الكبريتيك او الهيـدروكلوريك بتركيز ٠ر٥ — ١٪ ، ومن ثم الى خـزان سنارى (J - box) حيث يمكث ٣٠ دقيقة يسحب بعدها الى ماكينتين للغسيل ثم الى ماكينة التبييض المحتوية على محلول التبييض المستعمل بالنسبة المعينة — والتى يصل اليها بأنبوبة من أحواض الاذابة المعدة لتحضـير محـلول التبييض أيا كان نوعه — كما يلاحظ أن الضـغط الواقع على اسطوانتى العصر فى ماكينة التبييض خفيفا حتى يتسنى تشبع القماش ببعض من محلول التبييض طوال مدة التخزين فى الخزان السنارى وتتراوح تلك المـدة بـين ٩٠ — ١٢٠ دقيقة (وهى تكفى لملء هذين الصندوقـين) يسحب بعدها القماش الى ماكينـات الغسيل والتحميض والغسيل . أما اذا أريد بياضـا كاملا فيسحب القماش بعد التخـزين الى ماكينة التبييض للمرة الثانية ثم التخـزين لمدة أقل من المدة السـابقة ثم الى ماكينـات الغسيل والتحميض والغسيل ويستحسن استعمال حـامض الهيدروكلوريك بنسبة ٠ر٥ — ٠ر٧٪ اذ أن استعمال حامض الكبريتيك بعد عملية التبييض قد يرسب الكالسيوم مسببا بقعا بيضاء .

يسحب القماش بعد مروره فى تلك العمليات المستمرة الى احواض من القيشانى بواسطة جهاز رص اتوماتيكى ويلاحظ عند انتقال القماش من ماكينة الى اخرى فى عملية الغسيل والتحميض والتبييض وجود ضابط شد بين كل ماكينة واخرى يعرف بالميزان (Compensator) حتى ينظم حركة الشد والرخو كما فى الشكل (٤٠) .



شـــكل (٤٠)

ويسحب القماش من الاحواض الاخيرة وهو على هيئة حبل مارا بعده حلقات من القيشانى (Pot eye) لحفظ اتجاه القماش فى طريقة الى ماكينة الفرد لرصه على عربات مخصصة استعداد العمليات التجفيف

التبييض غير المستمر على ماكينة الونش (الهاسبل)

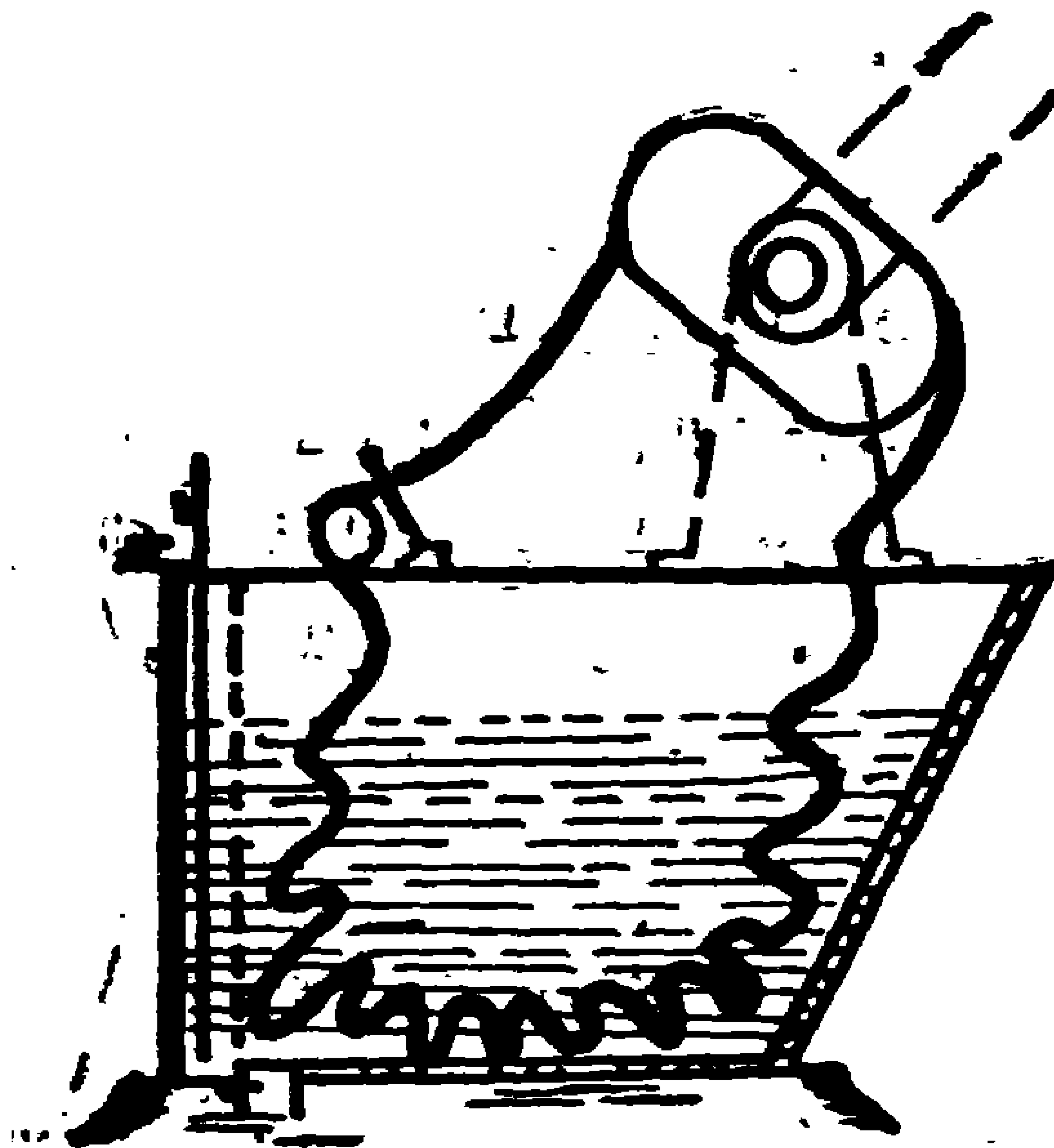
يستخدم هذا النوع من الماكينات فى تبييض الاقمشة الحساسة للشد مثل اقمشة الجيرسيه (Knitted Fabrics) وكذلك الاقمشة المقلمة التى يخشى على الوانها من تأثير الكلور تحت ظروف التشغيل العادية .

وتتكون هذه الماكينة كما فى الشكل (٤١) عـــادة من حوض مصنوع من المعدن غير قابل للصدا ويحيـــط هذا الحوض هيـــكل الماكينة كما يثبت اعـــلاه اسطوانة على كامة متحركة حركة منتظمة .

ويختلف أشكال وأحجام تلك الاحواض وهـذه الاسطوانات تبعا للشركة المنتجة لهذا النوع من الماكينات وحسب الغرض المطلوب وتزود هذه الماكينات بأنابيب بخار مفتوحة أو مقلقة لتسخين المحاليل ، كما ان لها نظما مستحدثة لتنظيم درجة الحرارة داخل الحمام ٠

وعند التبييض تدور الاقمشة — وهى على شكل حبل لا نهائى بعد حياكة طرفيه ببعضها البعض — برفق وبدون شد عن طريق ذراع بيضاوى الشكل يقوم برفع القماش واعادة مرة اخرى فى المحلول بطريقة متصلة ومنتظمة حتى نحصل على درجة البياض المطلوبة . وقد تستخدم عدة ماكينات متصلة ببعضها عن طريق عصارة فى نهاية كل ماكينة حيث يخرج القماش من احدى هذه الماكينات ليعصر ويمر فى الماكينة التالية وتستخدم هذه الطريقة فى حالة استخدام محاليل مختلفة مثل حمام الهيبوكلوريت وحمام ثانى لإزالة الكلور وحمام آخر للشطف ..

وتتم عملية التبييض باضافة المواد الكيميائية اللازمة تبعا للخامة المطلوب تبيضها وعند درجة حرارة من ٨٥° — ٩٥°م ولمدة من ٤٥ — ٦٠ دقيقة ٠



شـكل (٤١) ماكينة الونش (الهاسبل)

تبييـــض الاقمشـــة على المفـــرود

تطورت طرق التبييض على المفرود فى الآونة الاخيرة تطورا كبـــيرا مما ادت الى اختصار كبير فى وقت العمليات اللازمة ووفرة فى انتاجهـــا وتجانسها ويمتاز التبييض على المفرود بالميزات الاتيـــة :

١ — تلاشى حدوث التكسيرات والعلامات التى تحدث فى الاقمشـــة المشغلة بطريقة التبييض على هيئة حبل والتى تســـبب متاعب أثناء الصباغة أو التجهيزات النهائية ·

٢ — فى الاقمشة المخلوطة كالقطن/بولى استر التى تحتاج الى عمليات تثبيت حرارى (Thermo - Setting) فانه يفضل تشغيل القماش على المفـــرود .

٣ — الغاء بعض العمليات مثل الفرد والعصر النهائى ·

٤ — صغر حجم الماكينات المستخدمة اذا ةوربت بوحـــدات التبييض الاخـــــــــرى .

٥ — انخفاض الوقت اللازم للتبييض مع استهلاك أقل فى الماء وكذلك الايدى العاملة بالمقارنة بالطرق الأخرى ، أما بالنسبة لاستهلاك المواد الكيميائية فان التبييض على المفرود يستهلك كمية اكبر نظرا لتقليل الوقت اللازم الذى يمر فيه القماش فى المحاليل .

طـــرق التبييـــض على المفـــرود

١ — طريقة الاستنفاذ (Exhausion Method) باستخدام الجيجرات

٢ ــ الطريقة النصف مستمرة (Semi Continuous Method) واشهرها ماكينة البادرول (Pad Roll) مثل ماكينة بنجر (Benniger) وارتوس (Artos) وجربر (Gerber) .

٣ ــ الطرق المستمرة واشهرها :

أ ــ نظام بنتلر (Bentler System) .

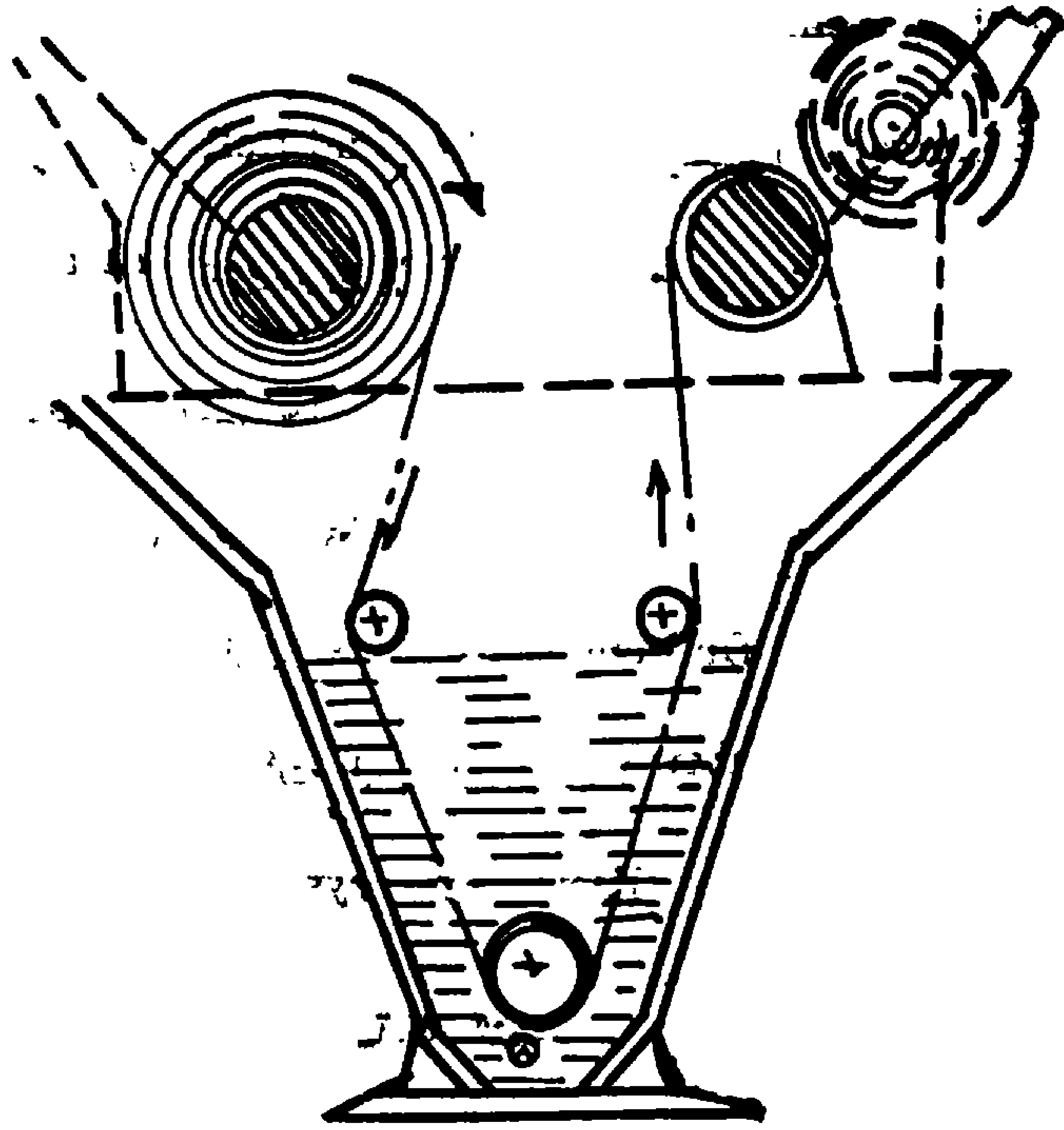
ب ــ نظام الخزان السنارى (Du Pont J-box) .

جـ ــ حجرات البخار ذات الضغط العالى (H.T.P. Chamber) مثل نظام كلينفيفر (Kleinwe ffer system)

١ ــ طريقـة الاستنفاذ .

ويستخدم فى هذه الطريقة الجيجرات المصنوعة من النيكل او المعدن الذى لا يصدأ وتشمل اغليان بالقلوى تحت الضغط الجوى أو تحت ضغط أعلى من الضغط الجوى مع الغلى ثم الغسيل الجيد لنواتج عملية الغلية للاعداد لعملية التبييض والماكينة المستخدمة كما فى الشكل (٤٢) عبارة عن حرف (V) وبه درفيلين ويحتوى على محلول الصودا الكاوية ومواد الابتلال المساعدة فى عملية الغلية حيث يغمر به القماش بالسحب من أحد الدرفيلين الملفوف عليه ليلف ثانيا على الدرفيل الاخر وتكرر حركة الغمر مرتين او اكثر حسب نوع القماش ثم تتوالى العمليات التحضيرية السابق ذكرها وبعدها تتم عملية التبييــــض .

والتبييض على الجيجرات يتم باستخدام هيبوكلوريت الصوديوم أو ماء الاكسجين كالآتى :



شكل (٤٢) ماكينة الجيجر

أ — التبييض بهيبوكلوريت الصوديوم

فى حالة التبييض بهيبوكلوريت الصودوم تحت ضغط يتم أولا ترطيب القماش بماء بارد ثم يتم ازالة النشا باستخدام انزيم (٤ جرام/ لتر مع ٥ جرام / لتر ملح طعام عند اس هيدروجينى ٦٫٨ ودرجة حرارة ٧٠°م) ويغسل بعدها القماش بماء ساخن ثم غليان تحت الضغط (٢٤ رطل / البوصة المربعة فى وجود ٢٠ جرام / لتر صودا كاوية و ٢ جرام / لتر مادة مبللة) ثم يشطف بماء ساخن ويلى ذلك عملية التحميض بحامض كبريتيك (٥ جرام / لتر) ، ثم التبييض بالهيبوكلوريت (٤ جرام / لتر) ثم غسيل بماء بارد ثم تحميض فغسيل وشطف نهائى .

أما فى حالة عدم وجود ضغط فتتم عملية ازالة النشا كما سبق ثم الغليان فيتم تحت الضغط الجوى باستخدام ١٠ جرام / لتر صودا كاوية مع ٢ جرام / لتر مادة مبللة ثم تليها عملية التبييض كما سبق .

ب ـ استخدام ماء الاكسجين

وتتلخص مراحل التشغيل فى الخطوات التالية :

ازالة النشا : وتتم باستخدام الانزيمات أو القلويات أو الاحماض او باستخدام أحادى حامض الكبريتيك (Monosulphuric acid) والذى أعطى حديثا نتائج أفضل من ناحية اذابته للنشا ويساعد على امتصاص الخامة كما أنه يعطى تبييض جزئى ويستخدم هذا الحامض بتركيز ٢ر٪ وعصر ٨٠٪ وترص بعدها الخامة على عربات لمدة تتراوح بين ٤ ـ ١٦ ساعة .

وتتم عملية **التبييض** عند درجة حرارة ٥٥٠ م وترتفع بالتدريج حتى تصل الى ٩٠° ـ ٩٥° م وتستمر لمدة بين ١½ ـ ٢ ساعة ثم يغسل بالماء الساخن .

ويعتمد تركيز ماء الاكسجين المستخدم فى التبييض على درجة البياض المطلوبة ونوع القماش المعالج حيث يستخدم :

ماء الاكسجين (٣٥٪) من ٣ ــ	٥٪
سليكات الصوديوم ٣ ــ	٥٪
كربونات الصودا ٧٥ر٠ ــ	١ر٠٪
صودا كاوية ٢٥ر ــ	٥ر٠٪

كما يمكن التبييض باستخدام ماء الاكسجين على البارد للتبييض النصفى والاقمشة المصبوغة .

ويلاحظ عند استخدام الجيجرات فى التبييض مايلى :

١ — أن يكون تركيب القماش منتظم حتى لا يختلف تبييض البراسل عن بقية القماش .

٢ — تضاف المواد الكيميائية المستخدمة على دفعتين حتى يمكن الحصول على نتائج متجانسة .

٣ — اسطوانة القماش لا تترك فى وضع ثابت حتى لا يتجمع السائل المتخلف فى الجزء السفلى منها ولذلك يجب أن تكون فى حركة دوران دائمة .

٢ — طرق التبييض النصف مستمرة

تعتمد هذه الطريقة على أن ينتقل القماش من عملية الى أخرى خلال مراحل التبييض اما عن طريق ملفات أو عربات .

والماكينات المستخدمة فى هذه الطريقة هى :

أ — طريقة البارد — رول « جربر » .

ب — المرجل الافقى .

(أ) التبييض على ماكينة جربر

تتكون هذه الماكينة من عدة وحدات وفى الغالب ثلاثة (ازالة النشا — غليان — تبييض) كما أن كل وحدة تتكون من ماكينات غسيل واحواض غمر وغرف للف الاقمشة على ملفات وغرف التخزين بالاضافة الى ماكينات غسيل نهائى . وجميع اجزاء الماكينة مصنوعة من الصلب النيكل .

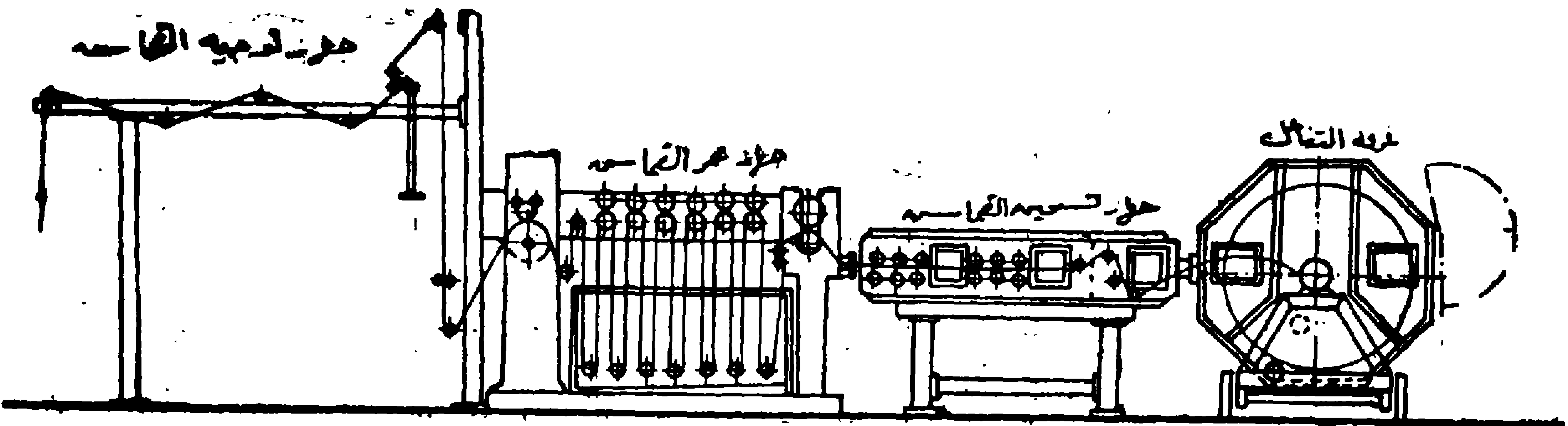
وتتم العمليات المختلفة على هذه الماكينة كما يلى :

يمر القماش الخالص من النشا فى حوض صغير به ماء جارى ساخن ، وذلك لزيادة عملية الشطف ، ايتم عصره بدرفيلين ضاغطين حتى يكون نسبة العصر ٨٠٪ تقريبا من وزن القماش قبل دخوله الى أحواض الغمر (سعة ٤٠٠ لتر) المحتوية على المواد الكيميائية اللازمة فى عمليتى الغليان والتبييض ، كل منها على حـــده .

عند خروج القماش من حوض الغمر يتم عصره بين درفيلين بنسبة ١١٠٪ تقريبا من وزن القماش محملا بمحلول المواد الكيميائية ويدخل فى حجرة مغلقة على درفيل بداخلها يتحرك مع تشغيل الماكينة وتـ لبل الاقمشة بالتسخين بواسطة البخار ذو الضغط العادى ليعطى درجة حرارة بحجرة اللف ٩٥° م تقريبا وبعد امتلاء حجرة اللف بكمية حوالى ٦٠٠٠ متر من القماش يتم فصلـــها الى مكان أخر حيث يتم توصيلها بموتورات تعمل على لف درفيل القماش وهو محـــاطا بالبخار لدرجة تسخين حوالى ٩٥° م لمدة ٢ — ٣ ساعة تقريبا بالنسبة لعملية غليان الصودا ولمدة ١ — ٢ ساعة تقريبا لعملية التبييض بماء الاكســـجين . وفى هذه الاثناء يكون هناك حجرة لف اخرى يجرى ملؤها على الماكينة وحجرة لف ثالثة يجرى خروج القماش منها لماكينة الغسيل على المفرود لتخليصه من بقايا التلوى ويعاد لفه فى ماكينة البلد رول مرة أخرى لتجهيزه لعملية التبييض أما اذا كان القماش سوف يأخذ عملية تحـــرير فانه يأخذ طـــريقة الى عملية التحـــــرير مباشـــــــرة .

والماكينة المستخدمة شكل (٤٣) يصل عرضها الى ١٢٠ ســـم وذلك لتحضير الاقمشـــة السميكة وذات البروزات التأثيرية فى النسيج .

وتختلف وحدات التشغيل باختلاف نوعية القماش المستخدم وســـوف نشير الى مثال للنظام المتبع فى حالة قماش قطن كالاتى :



شكل (٤٣) ماكينة تبييض نصف مستمر

قمــاش درل ١٠٠٪

يستخدم لذلك ثلاثة وحـــدات

الوحدة الثانية : تستخدم لازالة النشا بطريقة الانزيمات بتركيز ٥ جرام / لتر .

الوحدة الثانية : تستخدم للغليان باستخدام صودا كاوية ٥ جرام / لتر ومادة ابتلال ٢ جرام / لتر .

الوحدة الثالثة : لاتبييض باســـــتخدام .

ماء اكسجين	٢٠ جرام / لتر
سليكات صوديوم	٢ جرام / لتر
صودا كاوية	٧ جرام / لتر

ثم وحدة الغسيل النهائى وتحتوى على ٦ أحواض ماء ساخن .

٣ — طـرق التبييض المســتمرة

لقد سبق شرح عملية غليان القماش فى الصودا بالطرق المستمرة وهذه المراحل يمكن أن ترتبط بعمليات التبييض لتكوين خطوط مستمرة تستطيع أن تقوم بتغذية خطوط الصباغة المستمرة التى تحتاج الى انتاج عالى من القماش المبيـــــــض .

وطرق التبييض المستمر يمكن تقسيمها الى نوعين :

أ — المراحل المستمرة تليها عمليات الغسيل والتبييض والتى يعمل كلا منهما على حدة ولكن فى خط تشغيل متصل .

ب — عمليات غليـــان وتبييض مستمرة فى مرحلة واحدة .

وفى كلتا الحالتين تسبق عملية التبييض عملية ازالة المواد النشوية .

والطرق المستمرة للغليان والغسيل المستخدمة فى الطريقة (أ) قد سبق شـــرحها ، والعـــديد من هذه الماكينـــات يمكن أن تســتخدم فى التبييـــض

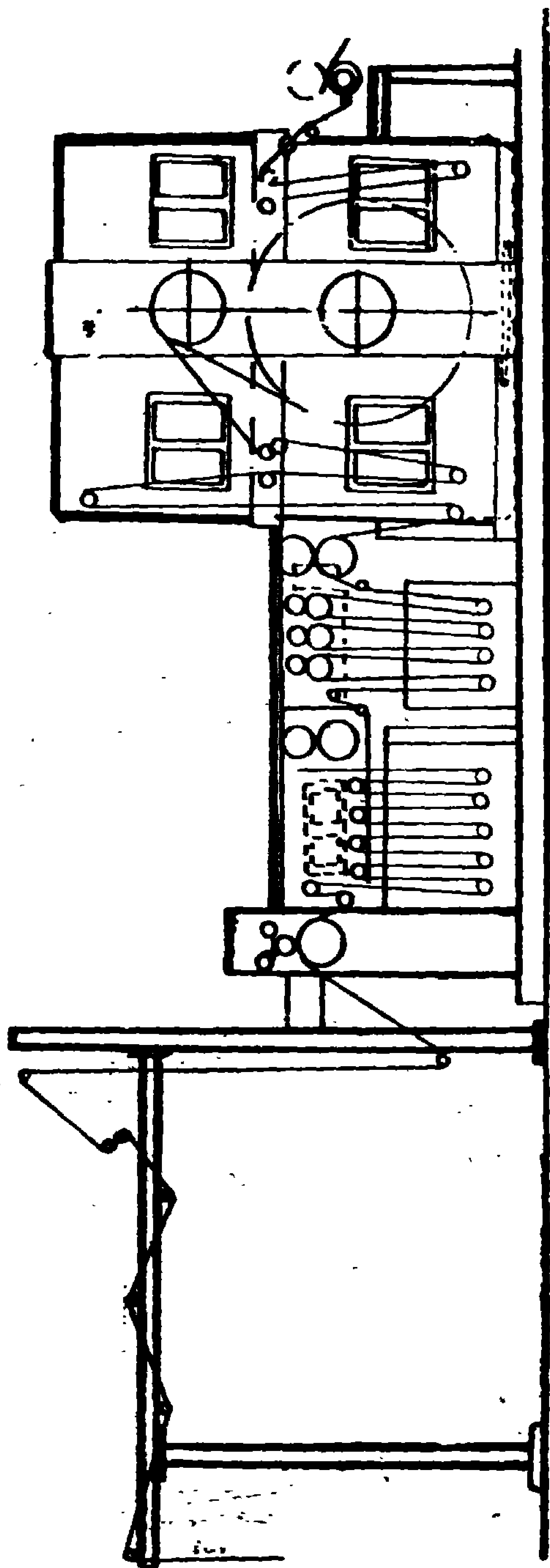
بالهيبوكلوريت • فمثلا طريقة جانت بيلر Gantt Piler) ذو الحصيرة المتحركة يمكن أنتصلح كوسائل للتخزين المرحلي (Time - lag devices) ويفضل ماء الاكسجين فى هذه العمليات عن الهيبوكلوريت حيث يمكن التحكم فى سرعة التفاعل وتتم عمليات التبييض بماء الاكسجين عند درجات مرتفعة وفى جو من بخار الماء اثناء فترة التبييض .

وفى طريقة دى بونت (Du Pont Process) يغمر القماش فى محلول ٢ — ٤٪ صودا كاوية ويعصر بنسبة ١٠٠٪ تليها عمليات تسخين فى جو من البخار ثم يخزن فى خزان سنارى لمدة ساعة يخرج القماش بعدها للغسيل والشطف فى احواض تصبين مفتوحة وتليها عملية التبييض فى أجهزة مشابهة تماما لما سبق فى عماية الغلية ويستخدم محلول ماء الاكسجين (١ حجم ماء اكسجين مثبت بسليكات الصوديوم والمواد ذات النشاط السطحى) حيث يسخن القماش قبل تخزينه فى الخزان السنارى لمدة ساعة •

اما فى طريقة بيكو (Becco) فانها تختلف عن طريقة دى بونت فى طريقة التسخين حيث يتم فى الاول تسخين الاقمشة خارج الخزان السنارى بينمافى هذه الطريقة يكون التسخين داخل الخزان عن طريق مواسير مغطاه .

وفى طريقة ماتيسون (Mathieson Process) فان الخامات تغمر فى محلول ٢ — ٤٪ صودا كاوية ثم تسير على هيئة طيات خفيفة على حامل فى صندوق بخار لمدة ٣٠ — ٤٠ دقيقة ومنها الى عمليات وسيطة ثم يمر القماش الى حوض غمر آخر وحجرة بخار اخرى لعمليات التبييض بالكلوريت أو ماء الاكسجين

وفى نظام بنتلر (Benther) يستخدم حجرة يأخذ فيها القماش السابق غمره فى حوض المواد الكيميائية ليستقبل ثانية محلول تبييض بالاكسجين مع حركة نقل القماش الملفوف من درفيل الى آخر ليقضى الوقت المطلوب كما فى شكل (٤٤)

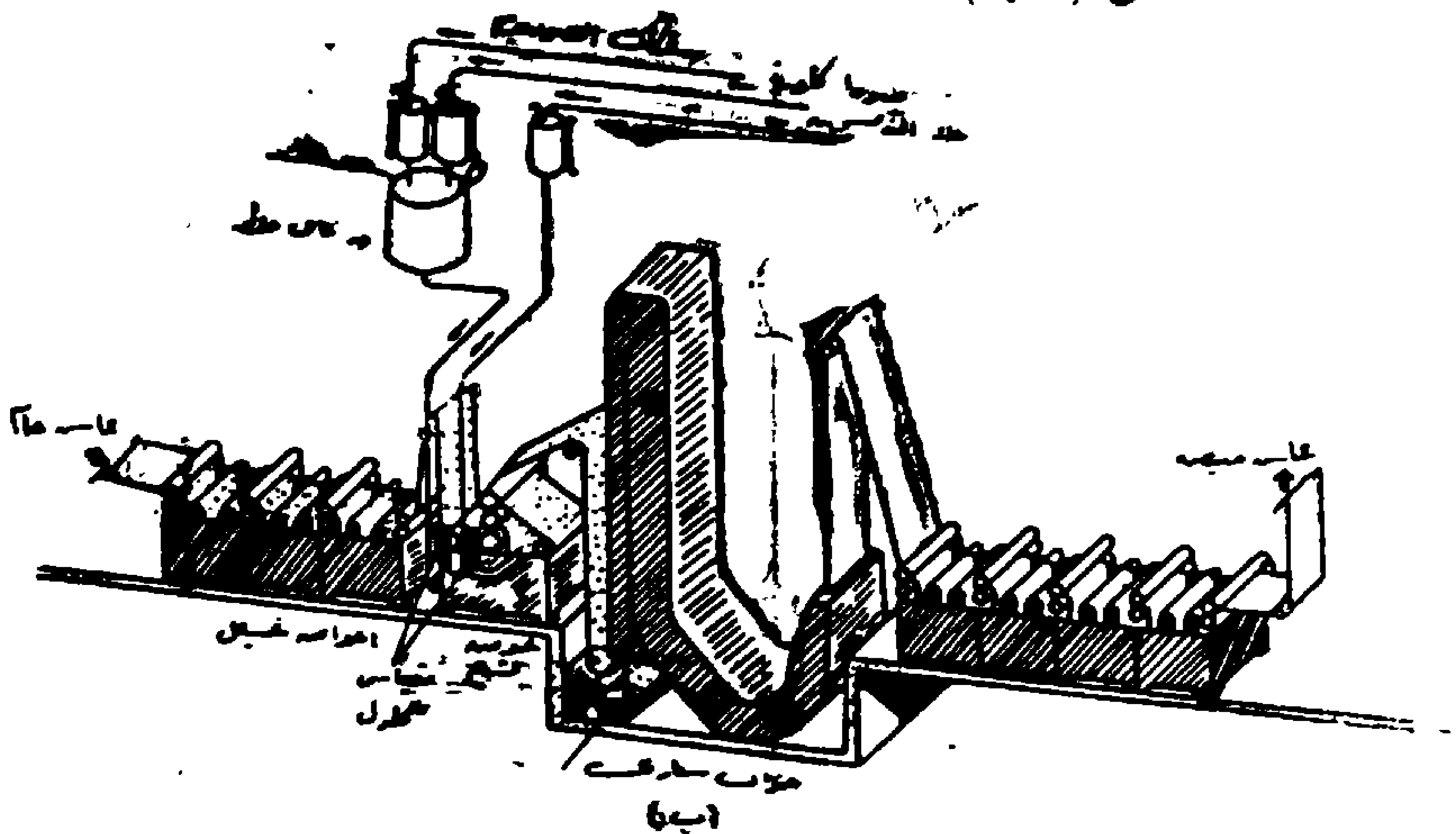


شكل (٤٤) ماكينة التبييض المستمر على المفرود (بنقلر)

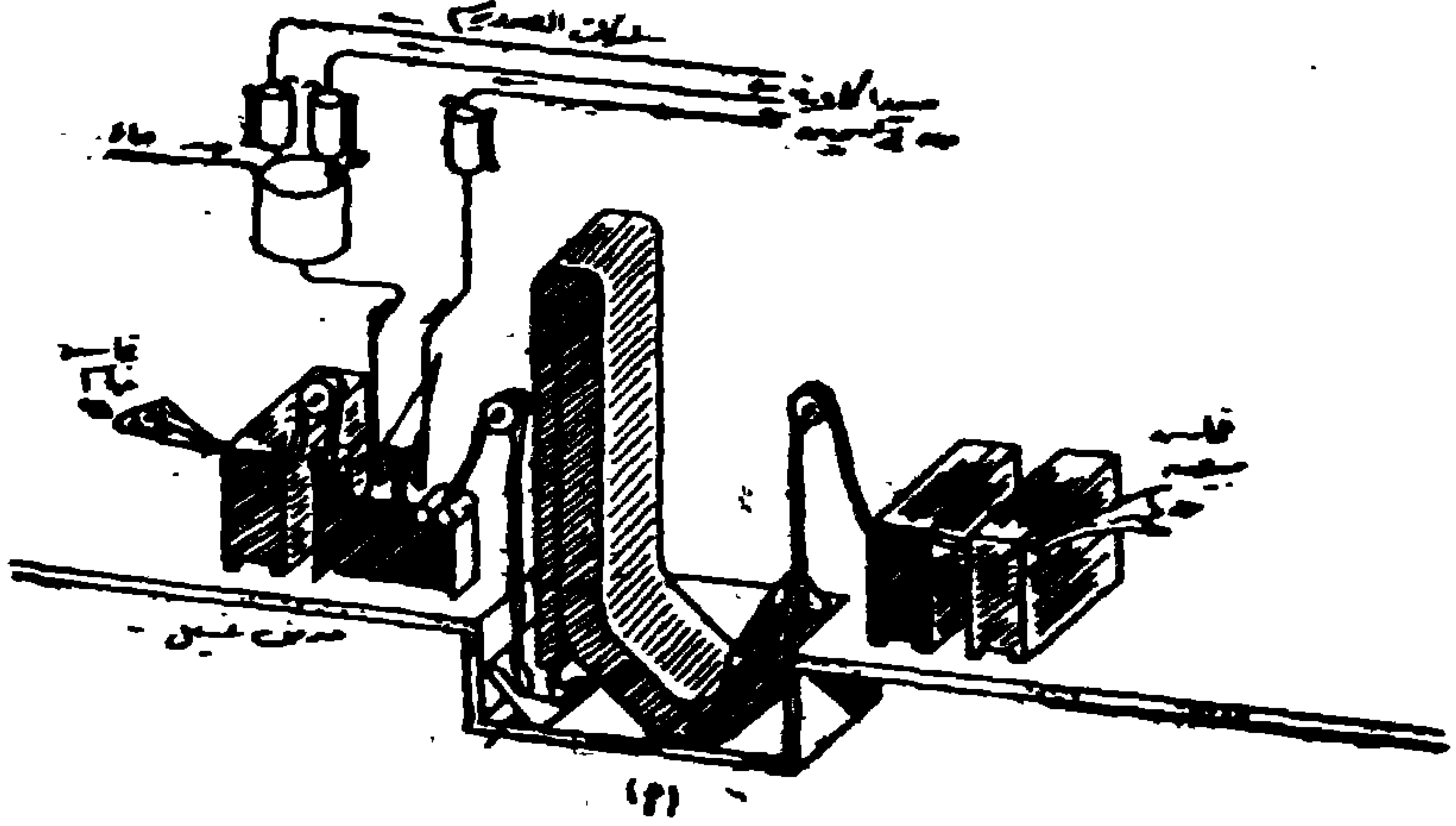
وفى مفاعل مونفرت (Monfort Reactor) فان القماش السابق غمره يمر على المفرود بين اسطوانة ساخنة بالبخار وبطانية كاوتشوك متحركة حيث تعطى هذه الطريقة اختصارا كبيرا فى الوقت اللازم لعملية الصودا أو التبييض .

كل هذه المحاولات ساعدت فى اختصار الوقت اللازم لعملية الغليان والتبييض بجانب طرق الغليان والتبييض تحت ضغط أعلى من الضغط الجوى مثل وحدة كلينفيفر حيث ان رفع درجة الحرارة ١٠ درجات مئوية فوق الغليان يعطى تأثيرا مضاعف للعملية التحضيرية مقارنة بتلك التى تتم تحته الضغط العادى .

وهناك أيضا محاولات عديدة لتطبيق نظرية اضافة مادة التبييض الى القلوى فى حوض غمر موحد لغمر القماش بدون تحويل الماكينة لاجراء عمليتى الغليان والتبييض فى وقت واحد Du Pont Solo- Matic Bleaching Process وان كانت تعطى ناتج اقل جودة عن العمليات المتتابعة صودا ثم تبييض الا أن هذه الطريقة المذكورة يمكن أن تحقق كفاءة تحضيرية للمنسوجات التى لا تستلزم صباغتها درجة حساسية عالية والمطلوبة لانواع معينة من الصبغات وتستخدم هذه الطريقة لكلا من القماش على هيئة حبل وعلى المفرود كما فى الشكل (٤٥) .



شكل (٤٥) تبييض القماش على المفرود



شكل (٤٥) تبييض القماش على هيئة حبل

ماكينة التبييض على المفرود تحت ضغط أعلى من الضغط الجوى
(كلينفيفر Kleinweffers)

تستخدم فى هذه العملية وحـدة للتبييض مشابهة تماما للمسـتخدمة فى عملية الغلية شكل (٣٢) .

وتتم عملية التبييض عند ١٤٣° م وحـوالى ٢ ضغط جوى حيث يمـر القماش بعد عملية الغليان والغسيل الى احواض الغمر التى تحتـوى على محاليل ماء الاكسجين ليتشبع به (١٠٠ ٪ عصر) ويدخل حجرة التفاعل ليتـم التبييض فى زمن قـدره من ١ — ١½ دقيقة ولا يوجـد محلول تبييض داخـل الاتوكلاف ويكتفى بمـرور القماش المغمور بمحاول التبييـض فى الاوتوكلاف لعملية التبييض .

والاقمشة التى يفضل تشغيلها على هذه الماكينـة بعرض لا يزيـد عن ١٤٠ سم مثل النسيج السادة مثل البوبلين والذى يتحمل درجات الشد العالية وتفادى النسيج ذو التأثيرات النسـجية والسميك الذى يستهلك ضـاغطى مدخـل ومخـرج الاوتوكلاف .

التبييض المستمر باستخدام المعصرة ذات القوة الطاردة المركزية (ROTOVA)

يتم تبييض الاقمشة فى هذه الماكينة ثم غسيلها فى مرحلة واحدة مع عدم اعادة لف الاقمشة مرة اخرى وتتكون هذه الماكينة من عدة وحـدات وهى : وحدة الغمر — وحـدات الغسـيل .

أ — وحدة الغمر : وهى مكونة من حوض الغسيل مزودا بمعصرة ذات كفاءة عالية وحجرة للتسخين المباشر والغير مباشر

ب — وحدات الغسيل : وهى مزودة بـ لف او عـدد من الملفات حسب الانتاج المطلوب بالاضافة الى حجـرة او عدد حجرات ذات القوة الطاردة المركزية تبعا لمدة وعمليات الغسيل المطلوبة .

طـريقة التبييـض

١ — يغمر القماش أولا بالمواد الكيميائية ويعصـر ليحتفظ القماش بنسبة امتصاص ١٠٠ ٪ ثم يلف عند حـرارة ١٠٠°م بعد عملية الغمـر على اسطوانة مثقبة على ملف متحرك كما تتصل هذه الاسطوانة من الجانبين بحجرتين لاندفاع مياه الغسيل خلالها .

٢ — ينقل الملف بعد أن يصل قطر القماش الملفوف حـوالى ٢٠٠ سـم الى الحجرة ذات القوة الطـاردة المركزية حيث يتم دوران الاسـطوانة فى الحجرة ببطىء لتعطى فرصة للتفاعلات الكيميائية لتتم وبعد فترة زمنية مناسبة تبدأ عمليات الغسيل فى الوقت الذى تزداد فيه سرعة الملف .

٣ — تدفع مياه الغسيل داخل اسطوانة الملف خلال الانبـوبة الجانبية وهى مياه ساخنة تصل درجة حرارتها بين ٨٠° — ٩٠°م وتحتوى على منظفات صناعية ومواد ابتلال ذات كفاءة عالية والتى تعمل على دفع الشوائب

ومخلفات التفاعلات الكيميائية بواسطة مياه الغسيل الى اعلى سطح الملف ثم تطرد خارجه بواسطة القوة الطاردة المركزية .

وتتكرر هذه العملية باستخدام مياه ساخنة ثم بمياه باردة لتبريد القماش .

وتمتاز طريقة الغسيل هذه بالميزات الآتية :

١ — عدم حدوث تكسيرات فى القماش .
٢ — سهولة ازالة الشوائب ونواتج التفاعلات الكيميائية .
٣ — سهولة تغذية الماكينة بمياه الغسيل بصفة مستمرة .
٤ — سهولة تشغيل الاقمشة الخفيفة .
٥ — انخفاض فى استهلاك مياه الغسيل والمواد الكيميائية .

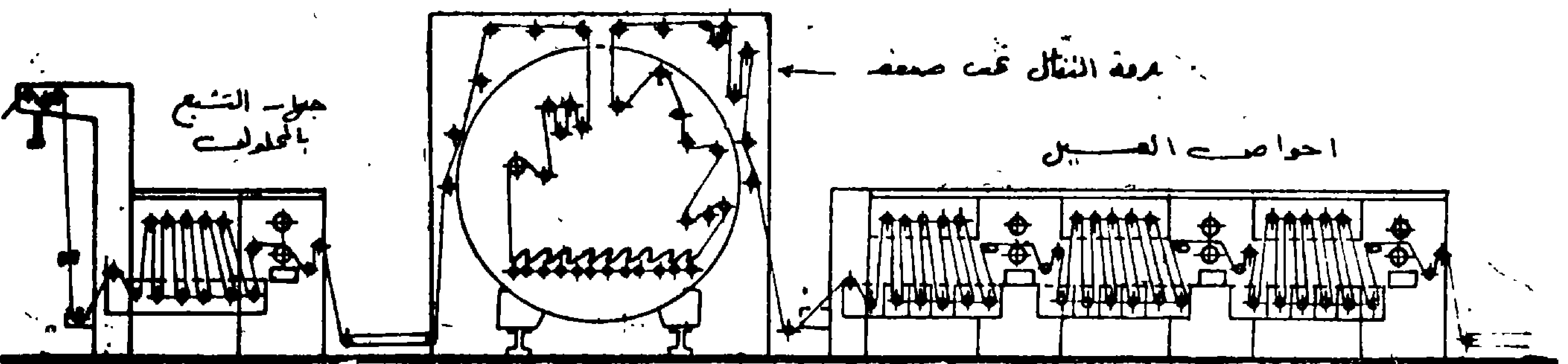
ب — التبييض المستمر باستخدام ماكينة « فابوراوك » (VAPORLOC)

ففى هذه الماكينة (شكل ٤٦) يدخل القماش المشبع بمواد الغلية أو التبييض فى قزان اسطوانى الشكل مصنوع من الصلب الغير قابل للصدأ من خلال شق ضيق (بسمك القماش وعرضه) ويمر داخل القيزان فى مسيرة ذهابا وايابا الى الخارج من شق آخر مماثل للأول من الجهة المقابلة للأولى فى القيزان .

يبلغ الضغط داخل القيزان ٤ ضغط جوى — ولمنع تسرب هذا الضغط الى الخارج يولد تيار هواء ساخن (بواسطة طلمبة) حول كلا من الشقين يعادل الضغط فى داخل القيزان .

يظل القماش فى سيره البطىء داخل القيزان ويتم عليه عمليات التعادل والغسيل بعد ذلك .

كما يمكن التحكم فى حفظ ضغط القيزان وعدم تسريبه عن طريق حوض من الكاوتشوك يضغط على وجهى القماش اثناء مروره من شقوق القيزان فلا تترك مجالا للتسرب .



شكل (٤٦) ماكينة التبييض المستمر على المفرود تحت ضغط (فابوراوك)

المواصفات القياسية للاقمشة بعد عملية التبييض

درجة البيــــــــاض	٨٥٪ فاكثر
الانكماش الســــــــــطحى	٩٣٪
درجـــــــة الســـــــــيولة	٤ — ٦
زمـــــــن الامتصـــــــاص	٥ ثانية على الاكثر
المــواد الغـــير قطنيــــة (الكليــــة)	٥ ر ٪ على الاكثر
الزيــوت والدهنيــات والمــواد الشـــمعية	٣٥ر ٪
الرمـــــــــــاد المعدنى	٢٥ر ٪
رقم الإس الهيدروجينى للمستخلص المائى للقماش	٥,٠و٨٪

الفصـــــل الرابــــع

التحـــــرير أو المرســـــرة

MERCERIZATION

الغرض من عملية تحرير الاقمشة القطنية هو تحسين مظهرية الخامة عن طريق زيادة درجة لمانها وكذلك زيادة خاصيتها للامتصاص والتى يستفاد منها عند الصباغة او عند معالجة الخامة بالراتنجات الصناعية . وذلك بمعالجة الاقمشة القطنية فى محلول مركز من الصودا الكاوية تحت شد .

وأول من لاحظ قابلية الالياف السليلوزية لمحاليل الصودا الكاوية والتأثر بها هو جون مرسو عام ١٨٤٤ عندما كان يقوم باجراء تجارب على فصل المواد المختلفة التى توجد على هيئة املاح مائية وكان يبحث عن فروق اللزوجة، وسرعة حركة السوائل مختلفة التركيز ولقد اقترح ترشيح محلول مركز (٦٠° تودل) من الصودا الكاوية خلال مرشح مكون من ستة طيات من القطن ثم صب فيه المحلول فلاحظ أن الترشيح يسير ببطىء جدا كما لاحظ أن نسيج المرشح قد تغير بدرجة غير عادية واخذ مواصفات جديدة مثل انكماش فى طول الخيوط وانتفاخها وزيادة درجة لمانها كما أن تركيز المحلول المرشح انخفض بشـــدة ١

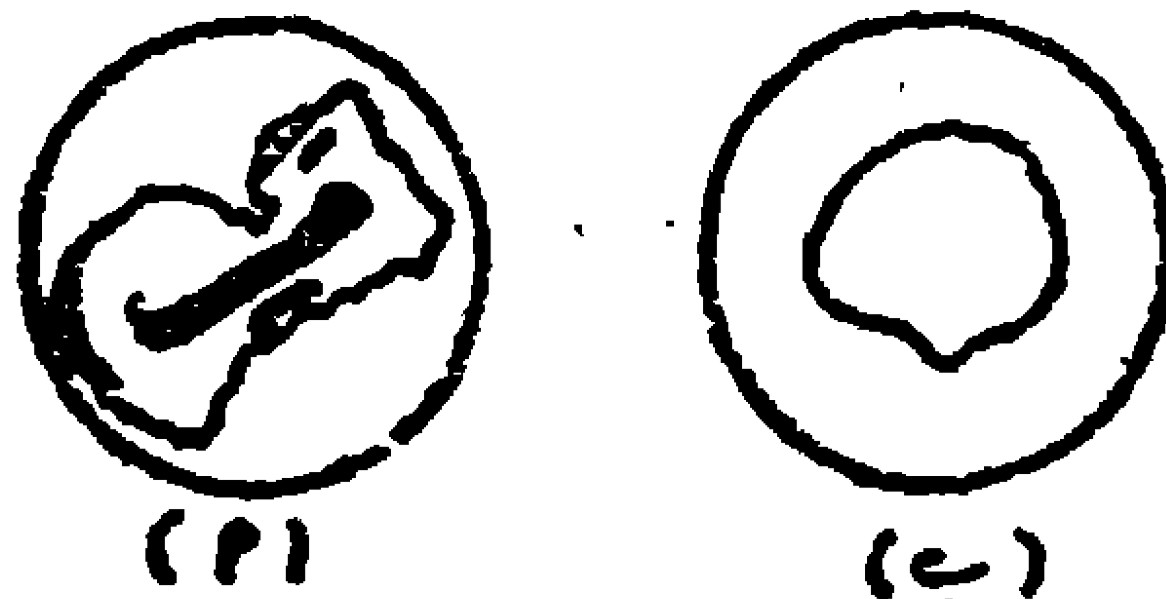
وبعد ٦ سنوات من البحث سجل مرسر اكتشافه عن استخدام محاليل الصودا الكاوية وصودا بوتاس وكلوريد الزنك على الألياف السليلوزية لاكسابها انتفاخ دائم وزيادة فى المتانة وقابلية لامتصاص الاصباغ وقدرة على التعرج (Crimps) ولكن المشكلة التى كانت تواجهه هى فقد مساحة الاقمشة المعالجة ولم يتمكن بالطبع من الاستفادة من هذا الاكتشاف على المستوى الصناعى للانكماش الشديد فى طول وعرض القماش حتى عام ١٨٨٩ عندما أعلن هوريس لو (Horace Lowe) انه قد تغلب على مشكلة

الانكماش عن طريق شد الخيوط القطنية ومعالجتها وهى تحت هذا الشد فى محلول الصودا الكاوية ثم غسيلها وتحميضها وغسلها مرة أخرى وهى تحت نفس الشد وقد لاحظ أن الخيوط المعالجة اكتسبت بريقا يشبه بريق الحـرير لذلك أطلق على هذه العملية اسم « عملية التحرير » أو « عملية المرسـرة » نسبة الى جون مرسر أول من اكتشف هذه الخاصية .

والدراسات العديدة التى اجريت بعد ذلك على الخيوط المحررة قد اوجدت بجانب اللمعان الشديد وزيادة فى قوة الشد زيادة فى نشاطها الكيميائى وكذلك الطبيعى الكيميائى والذى ينتج عنه زيادة قابليتها لتكوين اكسـيد السليلوز ، كما أن الشعرة تصبح اكثر لدونة وبالتالى تصبح اكثر قابلية للتجهيز الميكانيكى

نظـــريات التحـــرير

ومن دراسة تأثير الصودا الكاوية على شعرة القطن تحت الميكروسكوب لوحظ أن هناك تغيير كبيرا قد طرأ عليها فقد لوحظ انكماش فى طول الشـعرة واختفاء الالتواءات المميزة لها وتغيير فى القطاع العرضى العادى المتعرج ذات الجوانب السميكة الى سطح اسطوانى تقريبا كما فى الشكل (٤٧) . وقـد امكن بذلك تفسير بعض الظواهر التى كانت مرتبطة بعملية التحرير مثل زيادة اللمعة . فقد وجد ادلى (**(Adderley)**) عام ١٩٢٤ أن هناك علاقة وثيقة بين لمعان شعرة القطن والشكل العام لمقطع الشعرة ، فكلما قارب المقطع أن يكون دائريا كلما زادت اللمعان كما يزداد اللمعان ايضا كلما قل عدد الالتواءات فى الشعرة — مع ملاحظة وجود عدد كاف من هذه الالتواءات يمنع انفصال الشعيرات عن بعضها فى الخيط فتزيد مقاومة الخامة للشـد .



شـــكل (٤٧)

واختفاء الالتواءات يؤول جزئيا إلى الانتفاخ الحقيقى للشعرة وجزئيا الى التخلص من الاجهادات الداخلية (Annealing Strains) وتغيير اتجاه السلاسل الحلزونية (Fibrillar Spirals) داخل الشعرة .

كما لوحظ ان الانتفاخ يحدث فى المنطقة غير المتبلرة (Amorphous Regions) ، كما أن هذا الجزء يزداد حجمه على حساب الجزء المتبلر ، وهذا يؤدى الى تغيير ملحوظ فى التركيب الداخلى لهذا الجزء الذى لا يمكن اعادته مرة أخرى وبالتالى ظهور خواص جديدة للشعرة المعالجة .

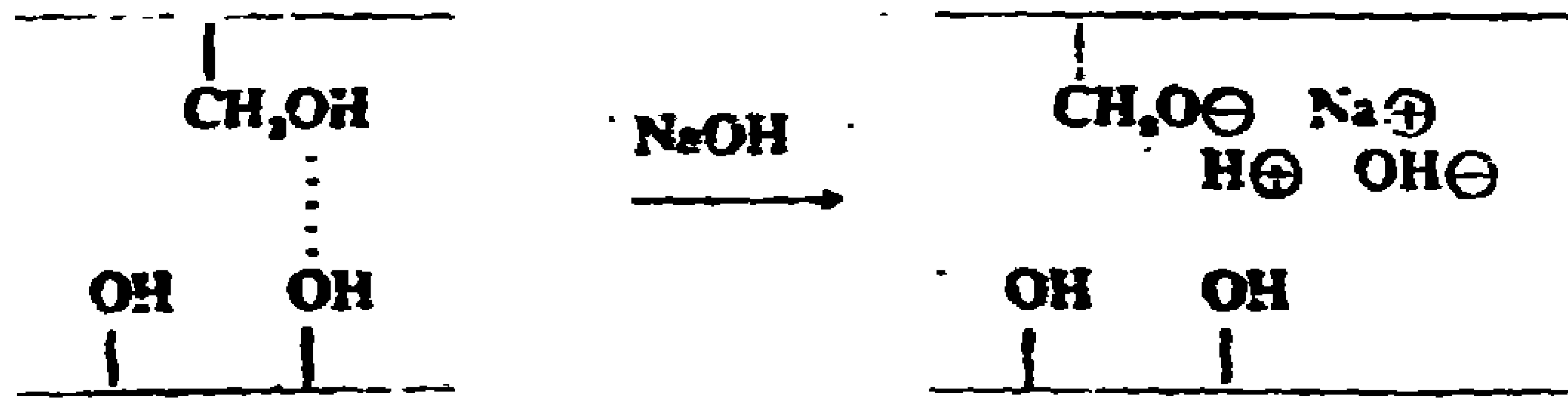
وقد أيدت أشعة أكس هذا الافتراض حيث وجد اختلاف فى صور القطن المحرر والغير محرر كما أن الخواص الطبيعية الكيميائية الجديدة للشعرة أصبحت واضحة نتيجة للنشاط الكبير لمجموعات الهيدروكسيل فى السليلوز وكذلك زيادة لدونة الشعرة نتيجة لضعف القوى بين السلاسل التى اصبحت أكثر تباعدا .

والسليلوز المحرز له قابلية للتحلل بواسطة المواد المؤكسدة والاحماض والحرارة كما انه اكثر قابلية للاذابة فى مذيبات السليلوز مثل محلول النحاس النشادرى أو كلوريد الزنك عنه فى حالة القطن الغير محرر .

والانتفاخ الناتج من تأثير الصودا الكاوية على شعيرات السليلوز مرتبط بتركيب الشعرة ودرجة تبلرها فمثلا فى حالة الكتان (Linen) والرام Ramie والتى لهما درجة تبلر عالية فان درجة انتفاخهما فى محلول الصودا الكاوية أقل منهما فى القطن أما فى حالة الفسكوز فانه ينتفخ بدرجة عالية جدا والفسكوز ذات المتانة العالية (High Tenacity) والناتج من درجة التبلر العالية بدرجة أقل من الفسكوز العادى .

واكسيد السليلوز فى محلول قوى من كلوريد البوتاسيوم يعطي حامض

مع أحمر الميثيل، كما هو الحال مع الجينات الصوديوم تحت نفس الظروف. فلو أن السليلوز اعتبر كحامض ضعيف اذن فان معالجته بالصودا الكاوية سوف يؤدى الى تكوين ملح . كما أن القلوى — كما لاحظ مرسر — يمتص من المحلول مع ظهور حرارة ناتجة من التفاعل . والسليلوز الصوديومى تداافترض أنه ملح صوديومى احادى ، اى أن أيون صوديوم واحد قد ارتبط مع واحدة من الثلاثة مجموعات الهيدروكسيل الموجودة فى وحدة الجلوكوز ، ولو ان أيون المعدن اخترق الرابطات الهيدروجينية بين السلاسل المتلاصقة فان الرابطة سوف تتكسر وعندما يحدث ذلك على طول السلسلة فان السلاسل المتلاصقة تتقهقر بعيدا عن بعضها كما لو كانوا أيونات ضخمة ذات حركات بطيئة .



وهذا هو أحد العوامل المسببة للانتفاخ أما العامل الثانى وهو عامل مكمل يتعلق بالخاصية الشعرية (Osmosis) وتكوين تعادل دونان (Donnen Equilibrium) فى الجدار السليلوزى وذلك لانه باتحاد الصودا بالمجموعات الكحولية فى طول السلسلة السليلوزية يصبح تركيز الصودا بين هذه السلاسل اعلا منها فى خارجها ونتيجة لذلك يندفع الماء الى داخل الجسيمات وبين هذه السلاسل فيدفعها بعيدا عن بعضها وبذلك تحدث ظاهرة الانتفاخ .

ونظرا لان تفاعل الصودا مع السليلوز هو من النوع المعطى للحرارة فان تبريد العملية يجعل التفاعل يسير فى اتجاه اليمين ويجعل الانتفاخ أكثر وضوحا .

١ - تأثير محلول الصودا الكاوية على الشعرة

بدأ الاهتمام العلمي بعملية التحرير حوالى عام ١٩٠٤ عندما بحث بوب وهوبر (Pope & Huber) تأثير الصودا الكاوية على شعيرات القطن وكانت نتائج البحث كما فى الجدول الاتى :

تركيز الصودا الكاوية (٪)	التغيـــــــيرات
صـــفر - ٧ر٥	لا يحدث اى تغيير فى الشعيرة
٨ - ٩	تبدأ الالتواءات فى الشعرة فى الانحلال
١٠	زيادة سرعة انحلال الالتواءات
١٥	يبـــدأ انتفاخ الشـــعيرات
١٧ر٥	اختفاء الالتواءات ويتبعه انتفاخ الشعيرات
٢٠	انحلال الالتواءات والانتفاخ معا
٣٠ - ٤٠	عملية الانتفاخ ثم انحلال الشعيرات

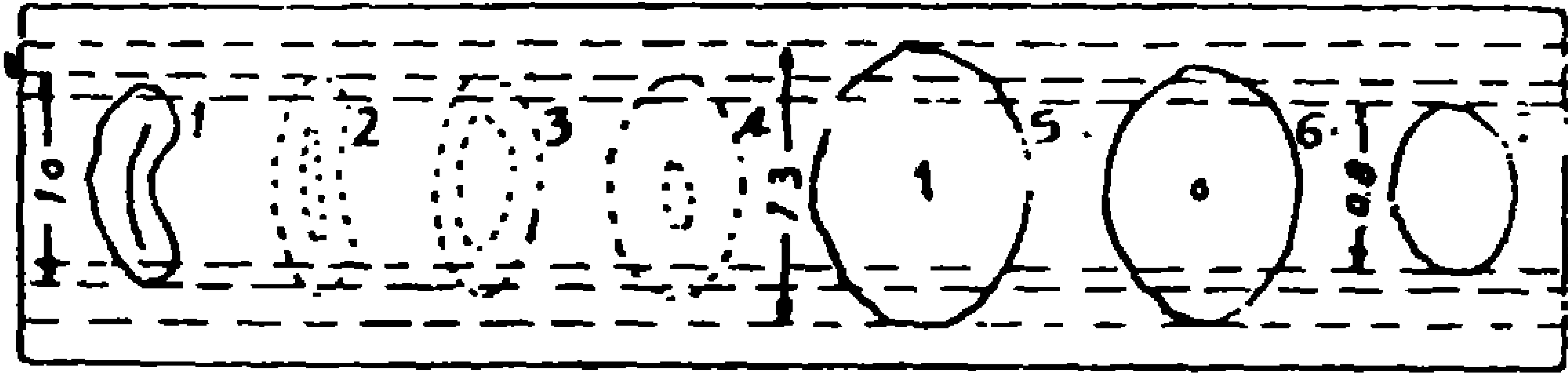
ومن المهم ملاحظة انه عند تركيز ١٧ر٥ ٪ من الصودا الكاوية تجرى عملية انحلال الالتـــواءات ثم تليها الانتفاخات بينما يحـــدث العكس فى حالة التركيـــزات العاليـــــــة .

ومن أهم خصائص التحرير ، كما يتضح من الجدول السابق ، هو عملية انحلال الالتواءات بشعيرة القطن ، وهذه العملية لها عـــلاقة وثيقة بلمعان القطن ، فكلما كان مقطع الشـــعيرة دائريا كلما زاد اللمعـــان وتزيد درجـــة اللمعان ايضا كلما قل عدد الالتواءات فى الشـــــــعيرة .

التغيـــــــير فى محيط الشــــــعرة

تصحب عملية التحرير انتفـــاخ فى الشعيرة ، كما سبق ، ويبلغ هـــذا الانتفاخ اقصاه عند تركيز ١٥ ٪ من الصودا الكاوية والشكل (٤٨) يبين طائفة من التغييرات التى تحدث فى محيط الشـــعيرة عنـــد غمر القطن فى محلول ١٨ ٪ من الصودا الكاوية . فأولا يبدأ الانتفاخ بسرعة محولا الشـــعيرة الى شكل

بيضاوى تقريبا وبزيادة الانتفاخ يتحول شكل المقطع الى شكل دائرى ويكون انتفاخ السليلوز المكون لجدار الشعيرة نحــو الداخل ضاغطا على القنــاة الداخلية أو الليومين التى يقل حجمها بشكل مطرد حتى توشك على الاختفاء .



شـــــــكل (٤٨)

الانكمـــــــاش

بعد أن تبلغ الشعيرة أوج انتفاخهـــا تبدأ فى الانكماش ويســـتمر هـــذا الانكماش مع محافظة الشعرة على الشكل الدائرى التى اكتسبته ويستمر الضغط على القناة الداخلية التى لا تستعيد شكلها الاصـــلى .

وتكون الزيادة فى محيط الشعرة مصحوبا فى نفس الوقت بقصر فى طولها مسببا الانكماش ولما كان اقل تركيز يمكن معه حـــدوث اى تغيير فى السليلوز بواسطة الصودا الكاوية هو التركيزات الاعلى من ٧٪ فانه يترتب على ذلك انه عند تحرير الخامات تحت الشد يجب أن يستمر تأثير الشـــد اثناء عملية الغسيل حتى يهبط تركيز الصودا الكاوية داخل الخامة الى ٧٪ او اقل وعندئذ فقط يمكن الاستغناء عن عملية الشد والا انكمشت الخامة انكماشا كبيرا ·

تحـــــرير الاقمشـــــة

تتم هذه العملية للاقمشة بعد امرارها على ماكينة حـــرق الوبرة لازالة الشعيرات الموجودة على ســـطح النسيج — التى تؤثر على درجة الامعان فى حالة وجـــودها كذلك يلزم ازالة النشا قبل التحـــرير — والا ارتفعت درجة

الحرارة من تأثير الصودا الكاوية على مواد البوش وتلوث المحلول بالشوائب المتراكمة من مواد البوش الذائبة فى الصودا الكاوية .

ويتم تحرير الاقمشة وهى خام او تحريرها بعد التبييض النصفى او بعد التبييض الكامل وتتوقف اولا واخيرا على طبيعية الاقمشـــة ذاتها . فبالنسبة للاقمشة الخفيفة القليلة التحمل مثل « الفوال » جــرت العادة على تحريرها وهى خام فتزيدها قوة تساعد على تحضيرها وتبييضها على هيئة حبل بعد ذلك

وبالنسبة للاقمشة ذات الوزن المتوسط مثل الاقمشة الشعبية فتجرى عملية التحرير بعد التبييض النصفى ثم تحول لعمليـــات الصباغة أو لعمليات التبييض مرة اخرى اذا كانت مطلوبة اقمشة بيضاء وفى هذه الحالة يمكن لهذه الاقمشة ان تبيض وهى على هيئة حبل دون خوف من علامات التكســير التى ترى بعد الصـــــــباغة .

اما الاقمشة الثقيـــلة كالاطلس بأنواعه وبعض الاقمشة الخفيفة مثـــل البوبلين والتريكولين والتى تعتبر حساسة جدا لعلامات التكسير فتكون عمليه التحرير هى آخر عملية قبل الصباغة أو التجهيز مباشرة ، فاذا مــا تكونت علامات التكسير اثناء التبييض مثلا فانها تزول فى عملية التحرير كما تجــرى عملية الصباغة وعمليات التجهيز لهذه الاقمشة وهى محتفظة بعرضها الكامل. وتحرير الاقمشة اما ان يكون تحرير كامل أو تحرير نصفى .

التحرير العادى او الكامل (Full - mercerisation)

تجرى هذه العملية باستخدام محاليل صودا كاوية ذات تركيز ٥٥ ــ ٦٥° تعادل أى ما يعادل ٢٨ ــ ٣٢٪ وعند درجة حرارة لا تزيد عن ١٨° م وذلك عن طريق تبريد الصودا وخاصة فى الصيف .

التحرير النصفى (Semi - mercerisation)

تتبع هذه الطريقة اذا كان الغرض من عملية التحـــرير هو زيادة قابلية الخامة لأمتصاص الاصباغ فقط دون النظـــر الى درجة اللمعان . وسميت بالتحرير النصفى نظرا لأن تركيز الصودا فى الماكينة عادة ٣٠ه توادل اى مـــا يعادل ١٣ — ١٥ ٪ وهو نصف التركيز المطلوب للتحرير الكامل .

الشروط الواجب مراعاتها عند تحرير الاقمشة

١ — يلاحظ أن تكون درجة حرارة الصودا الكاوية أقل من ١٨°م ومدة الغمر بين ٥٠ — ٦٠ ثانيــة .

٢ — يجب ازالة مواد البوش من الاقمشــة حتى لاتعطل تغلغل المحلول داخل الخامة كما يضاف بعض المواد المساعدة على الابتلال .

٣ — التحكم فى عملية الشـــد وتتجه الشركات المنتجة للماكينات الحـــديثة بالاهتمام بعمليات الشد الطولى اثناء عملية التحرير وتركيب أجهزة شد اوتوماتيكى فى جميع الدرافيل لماكينات التحرير .

٤ — تجنب وجود كســـر فى القماش أثناء العملية وذلك باستخدام درافيـــل مخصصة لذلك .

٥ — التأكد من تركيز الصودا الكاوية قبل بدء التحرير .

٦ — الغسيل الجيد والحايد بالحامض .

ميكانيكية عملية التحرير

ترتبط درجة لمعان الاقمشة المحررة على قدرة شد الاقمشة أثناء عملية التحرير وعدم اعطائها فرصة للانكماش وهناك طريقتين رئيسيتين للقيام بعملية الشد أثناء التحرير .

أ — السماح للخامة بالانكماش ثم الشد .

ب — الشد المتواصل منذ بدء العملية اى عدم السماح للخامة بالانكماش .

وتعتبر الطريقة الثانية احسن فى الحصول على أعلى درجة لمعان للاقمشة ويلزم شد القماش عقب مروره على الصودا الكاوية الى عرضه الاصلى وهو خام وكمية الشد اللازمة قد تكون كبيرة نظرا لان القماش الذى يبلغ عرضه فى الحالة الخام ٣٩ بوصة ينكمش فى عمليات التحضير قبل التحرير الى حوالى ٣٦ بوصة ومن ثم الى ٣٠ بوصة عند مروره فى محلول الصودا الكاوية .

وتتم عملية الشد باستخدام كلبسات تقبض على براسل القماش من الناحيتين اما الطول نفسه فانه يقع تحت الشد اذا كانت سرعة سلاسل الشد اسرع قليلا من سرعة اسطوانات العصر .

ولا تبدا عملية غسيل الاقمشة المشبعة بالصودا الا بعد حوالى ٥٠ ثانية من تشغيلها بالصودا مع بقائها مشدودة اثناء الغسيل على الكتينة وتجرى هذه العملية بطريقة خاصة لازالة اكبر كمية ممكنة من محلول الصودا ليهبط تركيزه الى اقل من ٧٪ وهو التركيز الذى لا يحدث عنه انكماش عند اخر سلاسل الشد حتى لا يتسبب فى انكماش القماش قبل ازالة الشد الواقع على الخامة .

وفى عام ١٩٠٩ اقترح الاستغناء عن سلاسل الشد واستعمال اسطوانات مقوسة (Expanding roller -) لتقوم مقامها ووجد أن الماكينات المصممة بهذه الطريقة بسيطة ولها مزايا عديدة منها التوفير فى المساحة اللازمة لتركيب الماكينة .

المواد المساعدة على الابتلال

تضاف المواد المساعدة الى محلول الصودا الكاوية للمساعدة فى الحصول على امتصاص منتظم للخامة خاصة عند تحرير الاقمشة الخام .

ومعظم هذه المواد لا تذوب فى محاليل الصودا المركزة الا انه وجد أن المركبات التى تحتوى على مجموعة الفينول تساعد على الابتلال .
وحديثا انتجت مواد من الفينول وبعض الذنيبات العضوية مثل :

سيكلو هكسانول والاسترات الكبريتية للاحماض الشمعية
(Cycle Hexanol & Sulphuric esters of Alphatic Acids)

ومن امثلة هذه المواد المستعملة للابتلال فى عمليات التحرير :

Mercerol QW (SANDOZ)

Leophen BN (BASF)

وهذا الاخير خالى من الكريزول وهو ذو نشاط أيونى ولا يسبب تكوين رغوة .

ماكينـــات التحـــــرير

يوجد نوعان من الماكينات لتحرير الاقمشة :

النوع الاول : ماكينة التحرير بدون مقابض .

النوع الثانى : ماكينة التحـــــرير بمقابض

ماكينات التحرير بدون مقابض

Chainless Mercerising Machine

يعتبر هذا النوع من اكثر الانواع استعمالا وذلك للاسباب الآتيـــة :

١ ـ اعطاء نتائج تحرير جيـــدة

٢ ـ تجانس تام للتحرير فى الاقمشة الخفيفة مثل الفوال والليتو .

٣ ـ انتاج مرتفع حيث يتم تحرير الاقمشة طبقتين أو أكثر فوق بعضهما أو طبقتين متجاورتين .

٤ ـ امكانية تشغيل أى عروض من الاقمشة دون مراعاة ضبط عرض الماكينة كما فى حالة ماكينات الكلبسات .

٥ ـ استهلاك اقل فى الكهرباء والبخار وشغل مساحة اقل لتركيب الماكينة .
الا أن درجة لمعان الاقمشة وجودتها اقل منها فى حالة ماكينة التحرير بالكلبسات كما يحدث انكماش للاقمشة أثناء الغمر وتستخدم عادة للاقمشة الشعبية العريضة .

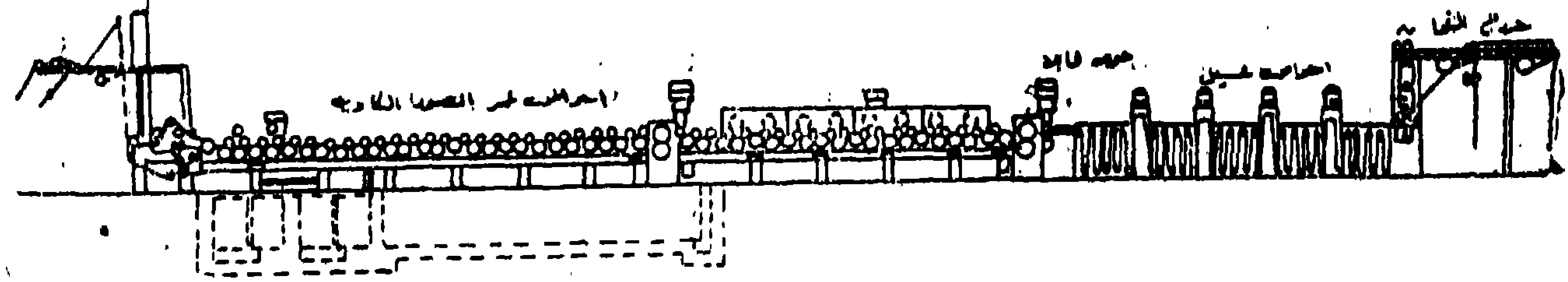
وماكينات التحرير بدون كلبسات كانت تعمل منذ زمن بعيد بواسطة غمر الاقمشة بمحاول الصودا الكاوية بالفولار والذى يصل العصر فيه من ١ الى ١٥ طن / البوصة المربعة وكان يلحق بالماكينة أكثر من فولار .

وقدتم تطوير هذه الماكينة بدون كلبسات وبدون فولار كما فى الشكل (٤٩) والتى سوف نستعرضها فيما يلى :

وتتكون هذه الماكينة من الاجزاء الآتية :

١ ـ تغذية الماكينة (Feeding)

يزود هذا الجزء بدرافيل عصر لتعطى نسبة عصر ٥٥٪ وذلك فى حالة تشغيل اقمشة مبللة وكذلك يزود بدرفيل فردلفرد الكسر وضمان دخول الاقمشة مفرودة ويمكن فى هذه الماكينة تشغيل اكثر من طرف اما ملاصقين أو فوق بعضهما .

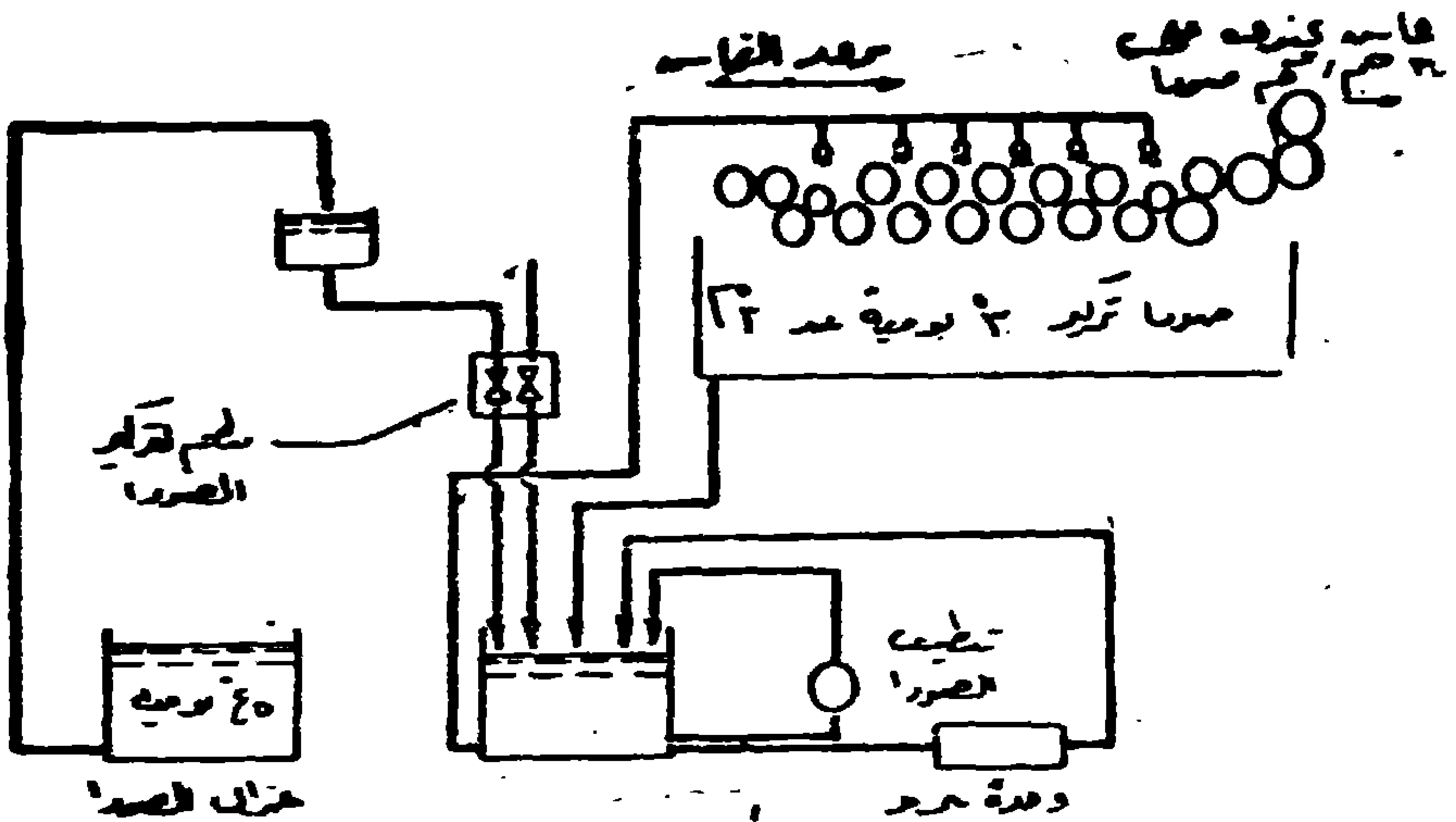


شكل (٣٩) ماكينة تحرير بدون مقابض

قسـم الغمـــر (Impergenation)

يتم غمر الخامة فى حجرات مزودة بدرافيل عصر بين الحجـرات وتعمل بالضغط الهيدروليكى وذلك لعصر الاقمشـة المبللة لضمان تجانس درجة العصر على طول وعرض الخامة ولانتظام تشرب الخامة بالمحلول ويراعى فى هذه المرحلة شد الاقمشـة بالعرض لعدم حدوث كسر اثنـاء مرور الاقمشـة كذلك شـد الاقمشـة بالطول بواسطة درافيـل حركة الاقمشـــــة .

ولما كانت درجة حـرارة المحلول لا تزيـد عن ١٨ ° م فان هـذا يلزم تبريد مستمر للمحلول ويتم ذلك عن طريق ضغط محلول الصودا الكاوية من خزانات التغذية بواسـطة طلمبات الى جهاز التبريد ومنــه الى حجرات الغمر بواسطة ادشـاش ويعود مرة اخرى الى خزانات الصودا كما فى الشكل (٥٠) .



شــــكل (٥٠)

٣ ــ حجرة الثبات ضد الانكماش (Stablizing Compartment)

يتم فى هذه العملية منـــع الانكماش الذى يحدث للخـــامة نتيجة تشرب محلول الصودا الكاوية عن طريق إزالة الصودا الكاوية بالغسيل لخفض التركيز من ٢٠٠ جرام / كجم أو أقل وباستخدام درافيل خاصة تسمى (Mycock Expander) تعمل على فرد الاقمشة الخــارجة من حجرة الغمر ، حيث تكون فى حالة لدنه ويسهل شد عرضها . وهذه الدرافيل تؤدى الى زيادة فى العرض تصل الى حوالى ٣٪ من العرض الخام . وتتكون هذه الدرافيل من أجــزاء متداخلة من الحديد الزهــر بالتواءات معينة ويبلغ عددها من ٥ ــ ٧ درفيل حسب حجم الماكينة .

وتتكون حجرة الثبات ضد الانكماش من حجرتين الى ثلاثة حجرات حسب حجم الماكينة وكل حجرة مقسمة الى حجرات صغيرة بين كل منها دراقيل عصر ويتم فى هذا القسم غسيل الاقمشة من الصودا بطريقتين الاولى طريقة الغسيل بالدش والثانية بطريقة تيار الماء الذى يندفع الى الحجرات فى اتجاه مضاد لحركة القماش وتخرج المياه من الحجرة الاولى كمحلول مخفف من الصودا الكاوية بتركيز حوالى ٨° بوميه ويمكن دفعه الى جهاز تبخير ليتم تركيزه الى حوالى ٤٠° بوميه ثم يدفع مرة أخرى الى خزان الصودا الرئيسى للتغذية .

٤ ــ قســم الغســـــيل (Washing Section)

يتكون هــذا الجزء من حجرات مصنوعة من الصلب الابيض وتختلف عدد حجراته بالنسبة لحجم الماكينة ويتم الغسيل بماء ساخن وفى اتجاه مضاد لحركة الاقمشة ثم الغسيل على البارد .

٥ ــ قسم المحايد (Neutralising Section)

ويتم فى هذا الجزء محايدة اى كميات متبقية من الصودا الكاوية بحامض الخليك بتركيز ½ ــ ١سم٣ / لتر ولا تحتاج الاقمشـــة بعد المحايدة الى عمليات غسيل اخـــرى .

ويكشف عن الاثار المتبقية للقلوى أو الحامض باستخدام الكشاف العام (universal indicator) والذى يعطى —

لـون اخضـر . عندما تكون الاقمشة متعادلة

لون أزرق فى حالة وجود اثار صودا كاوية

لون أحمر فى حالة وجود آثار حامض

وبالتحكم فى كمية الحامض المستعملة يمكن اجـراء عملية المحايدة بكل دقة وفى بعض الحالات اذا كانت الاقمشة المحررة خاما وسترسل الى قسم التبييض لعملية الغلية أو التبييض فيمكن الاستغناء عن عملية المحايدة والاكتفاء بالغسيل بالماء الساخن ثم الماء البارد وبشرط عدم تركها مدة قبل التبييض .

ماكينـة التحـرير بالكلبسـات .

Chain Mercerising Machine

تتركب هذه الماكينة من وحدة للغمر تليها عملية فرد وازالة الصـودا ثم عملية غسيل ومحايدة .

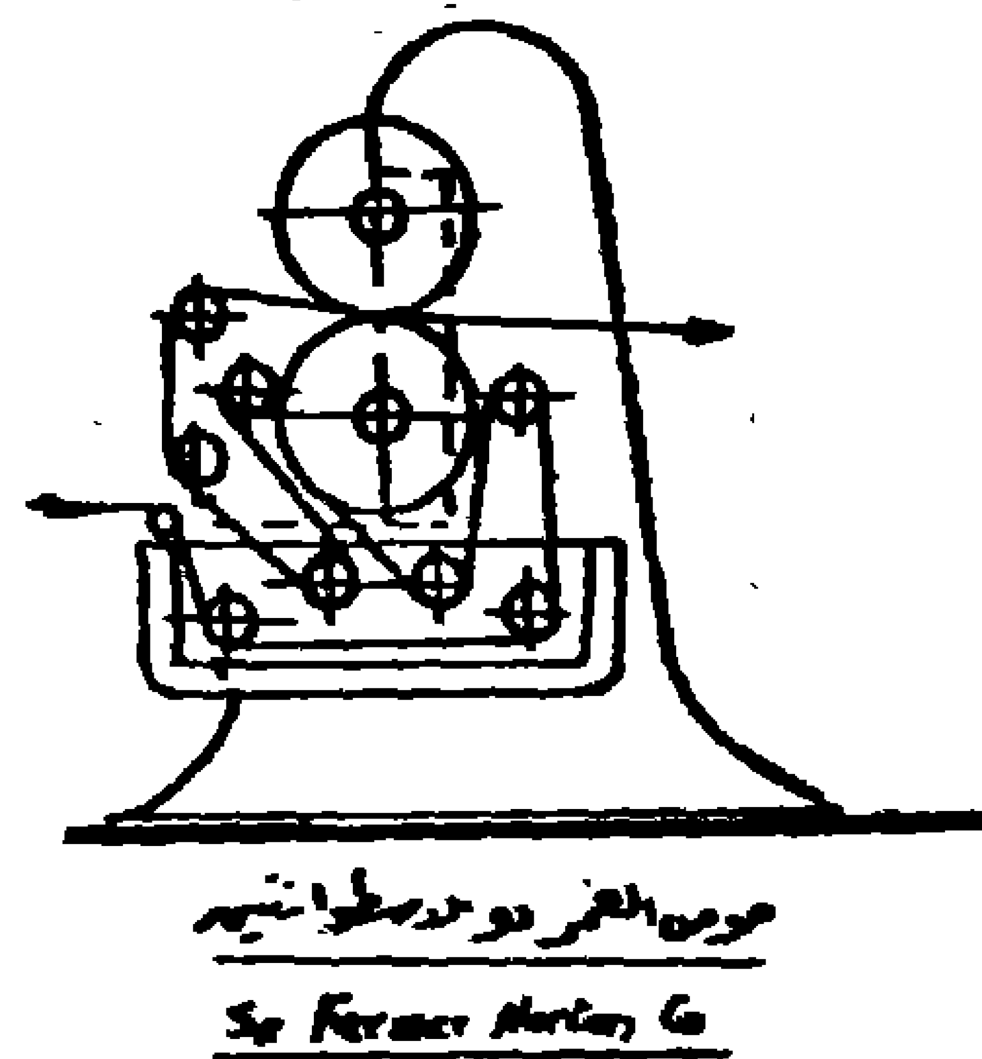
١ — عمليـة الغمـر

يمرر القماش فى حوض الغمر الذى يحتوى على محلول الصودا الكاوية ثم يعصر تحت شد على مجموعة من الاسطوانات بقصد اطالة زمن تشـرب القماش للمحلول وقد يعاد هذه العمليات مرتين متتاليتين لزيادة تشرب .

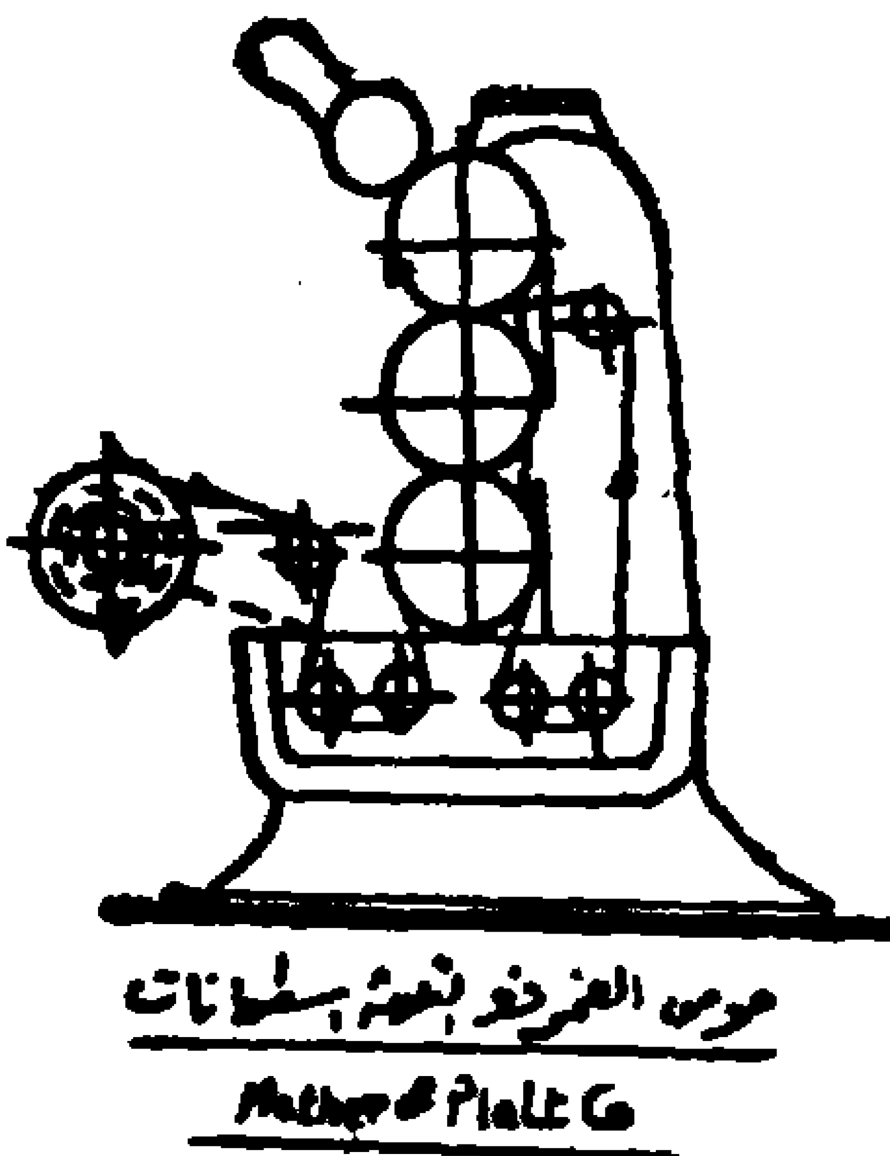
ويتركب الجزء الخاص بالغمر عادة من حوض يمر فيه القماش وهو مفرود على اسـطوانة فيغمر عدة مرات فى محلوه الصـودا ثم يعصر بواسـطة اسطوانات العصـر المركبة فوق الحوض ودرجة العصر عـادة تتراوح بين ١٠ — ٢٤ طن وقوة العصر هى لتحسـين التشبع بمحلول الصـودا وبذلك يمكن الحصول على درجة كبيرة من اللمعان والشكل (٥١) يبين حوض الغمر ذو ثلاث اسطوانات لشركة مازر وبلات (Mather and Platt) .

وتتكون من اسطوانتين من الحديد الغير قابل للصدأ بينهما اسـطوانة من المطاط تدور تبعة لدوران الاسطوانتين الحديد عكس بعضهما البعض ، أما حوض الصودا فيحتوى على تجويف يملىء بالماء بواسطة طلمبة ماصة كابسة لتبريد محلول الصودا الذى ترتفع درجة حرارته باستمرار تحت تأثير غمر القطـــــــن .

والشكل (٥٢) يبين حوض غمر ذو اسطوانتى للعصر والتى يصل قوة العصر فيه الى حوالى ١٥ طن . كما توجد أنواع آخرى من الاحواض يختلف فيها عدد الأسطوانات وشكلها وجميعها تتركز حول أطالة مدة غمر القماش فى الصودا ومنعه من الانكماش حتى نحصل على درجة عالية من الأنتفاخ اللازمة.



شكل (٥٢)



شكل (٥١)

٢ - عمليـــة الفرد وازالة الصودا

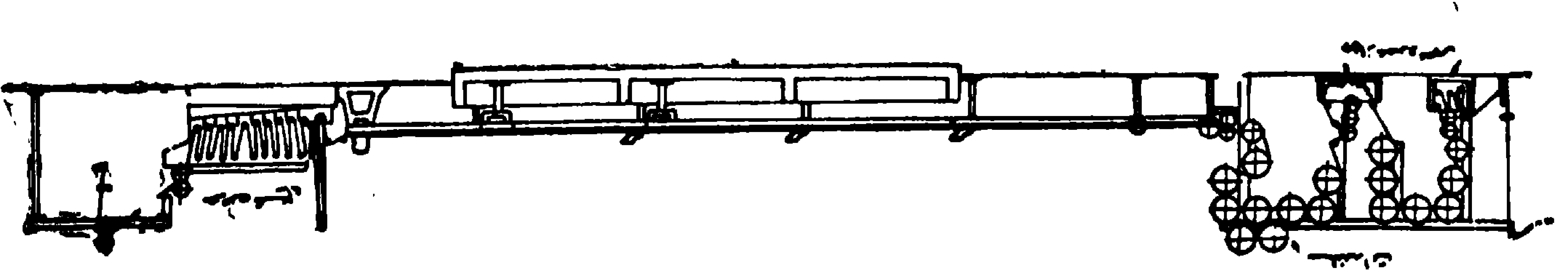
يمرر القماش بعد ذلك فى حوض بواسطة سلسلتين مركبتين على جانبى الماكينة ومثبت على طـول كل منهما مقابض تقبض على جانبى القماش عند خروجه من حوض الغمر حيث قد يكون قد انكمش قليلا فى الحوض - بطريقة أوتوماتيكية - ويتسع الانفـراج بين السلسلتين رويـدا حتى يبلغ العـرض الأصلى ويستمر كذلك حتى نهاية حيز السلسـلة . ويعلو القماش الذى يمر

تحت شـد فى الماكينة مجموعة رشاشات تصب عليه رذاذ محلول الصــودا الكاوية ، وعقب وصول القماش الى الطول الاصلى ينبثق ماء ساخن ليزيل جزءا كبيرا من الصــودا الكاوية لينخفض تركيز الصودا الى التركيــز الذى يسمح بتخفيف الشد وتختلف طوه الماكينة بأختلاف قدرتها الانتاجية ويتراوح بين ١٥ ــ ٤٠ مترا .

عمليــة الغســيل والمحــايدة

بعد إسترداد اكبــر قدر من محلول الصودا يمر القماش فى احــواض الغسيل الملؤة بالماء الساخن والبارد ثم تحايد بقايا الصودا الكاوية بواســطة حامض الكبــريتيك المخفف ثم يغسل بالماء ويرحل على عربات الى عمليــات التجفيف .

والشكل (٥٣) يبين احدى الماكينات المستخدمة



شكل (٥٣) ماكينة التحرير بالكلبسات

الباب الرابع

الضوء واللون

الفصـل الاول

الضـــوء وعـــــلاقته بالالـــوان

ليس من الســـهل اعطاء تعريف علمى صـحيح عن طبيعة اللون ولكن يمكن تفسيره بأنه احساس ناتج عن تأثير اشعة موجية معينة على الخـلايا الحساسة داخل العين التى تنقلها بدورها الى مراكز الاحساس فى المخ .

وقبل الاسترسال فى تعريف اللون وخصائصه المختلفة فانه يجدر بنا أن نستعرض المصدر الاساسى للاشعة الملونة وهى الاشعة الضوئية حتى نتفهم تأثير هذه الاشعة على المركبات المختلفة والتغيرات التى تحدث والتى ينتج عنها الاحســـاس باللون .

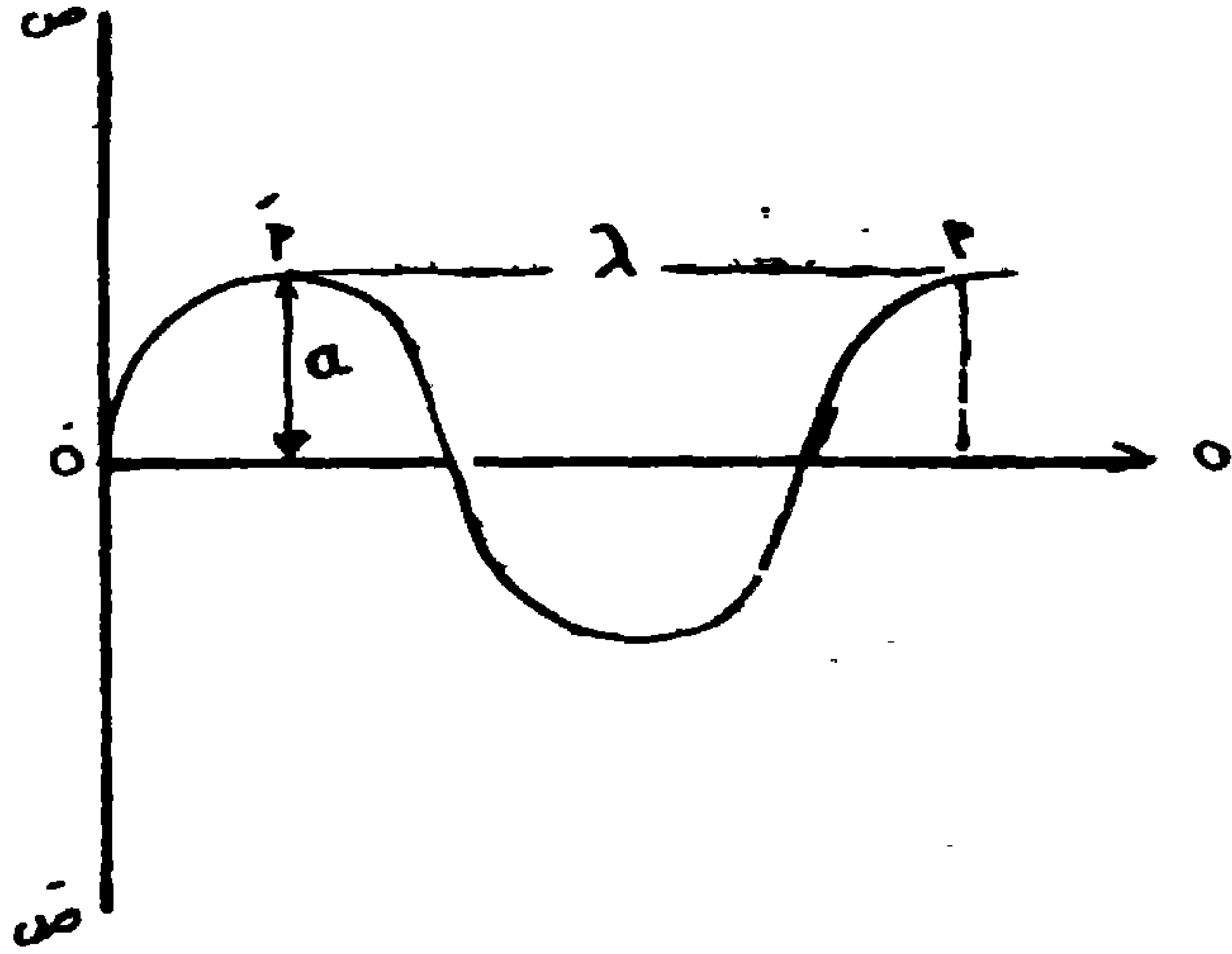
الضـــــــوء
LIGHT

تتكون الاشعة الضوئية التى تصل الينا من مجموعة أشعة مندمجة مع بعضها بنسبة معينة وتعطى تأثير اللو ن الابيض الشفاف وتختلف هذه الاشعة باختلاف طول الموجة كما فى الشكل (٥٤) .

موجات الراديو
٤٠٠ – ٧٠٠
ميكرون
V•R
U•V
X-rays
Y-rays
اشعة مرئية

شـــــكل (٥٤)

وتختلف خصائص كل هذه الاشعة تبعا لطول الموجة والتـردد كما فى الشكل (٥٥) .



شـــــكل (٥٥)

والتى يمكن تعريفها كالآتى :

طـول الموجــة (Wave Length)

فى الاتجـاه صص َ لمسافة من كـلا الاتجاهـين ٥٥ َ وبســرعة ثابتـة فـى

فى الاتجاه ص ص لمسافة من كلا الاتجاهين ٥ ٥ وبســـرعة ثابتة فى

نفس الاتجـــــــاه .

الـــــــــــتردد (Frequency)

هى عدد الحركات الصاعدة والهابطة التى يقوم بها الجسم فى الثانية .

وحاصل ضرب طول الموجة والتردد يساوى سرعة الضوء ، اى أن :

$C = \lambda \times \nu$ (سرعة الضـــوء)

حيث C مقدار ثابت وقيمته ٢٫٩٨٨ x ١٠ سم / ثانية

$$\therefore \nu = \frac{C}{\lambda}$$

وهذا يعنى أن التردد يتناسب عكسيا مع طول الموجة ، فكلما زاد التردد قصـــر طـــول الموجـــــــة .

ولكل من هذه الاشعة الاسلوب الذى يميزها والاحساس بهـا فالاشـعة المحصـــورة بين طول الموجـــة ٤٠٠ ــ ٧٠٠ ملليميكرون (١ ملليمكرون = ١ x ١٠ $^{-٦}$ ملليمتر) اى المحصـــورة بين الاشـعة فوق البنفســـجية وتحت الحمراء هى اشـعة مرئيـــة (Visible Spectrum) تسـتطيع العـــين المجردة تميزها ، اما الاشـعة التى طول موجتها اقل أو أطول من هذا المجـال فهى غير مرئية للعين المجردة انما يمكن تميزها بطرق أخرى مثل تاثير الاشعة فوق البنفسجية على الافلام الحساسة وتأثير الاشـعة تحت الحمراء على الجلد .

الاشعة المرئية او الطيف المرئى (Visible Spectrum)

عند مرور شـعاع من الضـوء على منشـور ثلاثى قائم فان اشـــعة الطيف المرئى تظهر منفصلة فى صورة الوان متعددة والعكس صحيح تتجمع هـــذه الاشـعة الملونة مرة اخرى باستخدام منشـور آخر لتعطى اللون الشـفاف .

وتتكون أشعة الطيف من ٧ الوان كما فى الشكل (٥٦) .

فوق البنفسجية	بنفسجى	نيلى	أزرق	أخضر	أصفر	برتقالى	أحمر	تحت الحمراء

شـكل (٥٦)

واحصـاسـنا باللون ناجم عن الاشـعة المنعكسة من الجسم الملون على العين ويؤثر مصدر الضوء على درجة احساسنا بالوان الاشـــياء المكونة له فعندما نجلس فى مكان مضاء بنور صناعى فاننا لا نرى الاجسام الملونة بنفس

الوانها التى تظهر بها فى مصدر الضوء الطبيعى واذا فرضنا أن شخصا ما وجد على كوكب مضىء آخر من شمس اون أشعتها أزرق باهت أو احمر باهت مثلا ، فانه لا يرى الالوان بنفس التأثير الذى يراه به على الارض نتيجة لاستضاءتها بأشعة الشمس العادية انما ترى الالوان بصورة نسبية فلا يكون اللون الابيض فى هذه الحالة هو نفس الابيض الذى نراه فى الظروف العادية ولكن مائلا الى الزرقة أو الاحمرار الخفيف بحسب لون المصدر .

والشمس هى مصدر الضوء ولم يتمكن العلماء من الوصول الى مصدر ضوء صناعى فى قوة ضوء الشمس وذلك بسبب الفرق الكبير فى درجة اشعاع الشمس عن درجة اشعاع أى مصدر صناعى آخر بالرغم من أن الشمس تشع نسبة قدرها ١٤٪ فقط من طاقتها الهائلة على شكل ضوء والمصباح الكهربائى يشع ٢٪ فقط من الطاقة الكهربائية على صورة ضوء و٩٨٪ فيها اشعاع حرارى وفى حالة ضوء النيون فيمكن الوصول الى ٦٪ من الطاقة الكهربائية على صورة ضوء و٩٤٪ على صورة اشعاع حرارى . فضلا عن أن التحلل الطيفى للمصدر الصناعى يختلف عن التحلل الطيفى لأشعة الشمس العادية حيث تزيد نسبة الاشعة فوق البنفسجية غير المرئية فى حالة الاولى بدرجة كبيرة .

تطور نظرية الاشعة الضوئية

كان الفلاسفة الاغريق أول من فسر طبيعة الالوان بأنها ناتجة من تأثير ذهنى فى العقل نفسه ولكنهم لم يذكروا علاقة تميز الالوان باحساس الخلايا العصبية وتوالت بعد ذلك المحاولات لتعريف اللون وتفهمه حتى تم وضع أول تقسيم للالوان فى مجموعتين هما :

المجموعة الاولى : واطلق عليها الالوان الحقيقة

وتشمل هذه الوان الاشياء الملموسة مثل الزهور والورق الملون والاجسام المختلفة .

المجموعة الثانية : وأطلق عليها الالوان الظاهرية

وتشمل الألوان التى نراها فى الظــواهر الطبيعية مثل قوس قــزح او الالوان التى تظهر على السطح الرقيق لفقاعات الصابون أو التى تنتج من نقط الزيوت التى تطفو على سطح الماء .

وقد افترض العلماء لتفسير ظاهرة الالوان الظاهرية أن اشعة الشمس بيضاء نقية ولكنها تتسخ اذا ما سقطت وانعكست على جســم ما لانها تحمل معها لونه وتدخل عين الرائى .

وكان القرن السابع عشر الميلادى بداية ظهور الأسس العلمية للاشعة الضوئية ففى بدايته اى عام ١٦٠٤ وضع جون كيلر اول نظرية لتفسير طبيعة الاشعة التى جاء فيها ان أى نقطة على سطح زاهى او مضىء تعطى اشعة فى مسار مستقيم واذا نفذت هذه الاشعة الى عين الرائى تعطى صورة شيئية للمصدر المضىء على شبكية العين الا أن هذه النظرية لم تنجح فى تفسير كيفية ظهور الالوان الظــاهرية .

وفى منتصف القرن السابع عشر ظهرت نظرية جديدة لتفسير الضوء والالوان وهى نظرية الجسيمات (Corpuscular Theory) وامــكن بواسطتها الوصول الى تفسيرات مرضية عن أسباب حدوث الالوان الظاهرية وعن كثير من الظواهر الطبيعية وقد افترضت هذه النظرية ان « اى جســم مضىء يخرج منه جســيمات كرية متناهية فى الصــغر وتامة المرونة وتنطلق بسرعات كبــيرة فى جميع الاتجاهات فى خطوط مستقيمة ولها قــوة النفاذ فى الاجسام الشفافة وبســقوط هذه الاجسام على شبكية العــين يتسبب عنها حساســية الابصــــــار » .

بعد ذلك جاء سير اسحاق نيوتن ليطور هذه النظرية ويضع لها الفروض

والقواعد السليمة بحيث اعتبرت أول نظرية حقيقية فى تفسير الضوء . وتبعا لنظرية نيوتن فان هذه الجسيمات تنقسم الى مجموعات من حيث اختلافها فى الحجم والكتلة وأن الاشعة عند مرورها من وسط ضوئى ذو كثافة معينة الى وسط ضوئى اخر فان الجسيمات ذات الكتلة الاكبر تنحرف بدرجة اكبر من جسيمات الكتلة الاصغر وهذا يفسر تحليل الضوء الشفاف الى الوان الطيف المرئى .

بهذا صحح نيوتن الاعتقاد الخاطىء بأن الالوان تنتج من تغيير الضوء الابيض نفسه ولكنه أوضح أن الاشعة التى ترى كأنها شفافة هى فى الواقع خليط من جسيمات ذات كل وحجوم مختلفة وأن الجسيمات نفسها ملونة ولكن يمكن القول بأن جسيمات كل مجموعة تعطى احساس للعين بلون معين فاذا مرت هذه الاشعة فى منشور ثلاثى قائم فان المجموعات تنفصل عن بعضهما لتعطى الوان الطيف المرئى .

وفى القرن الثامن عشر الميلادى وضع هيجنز نظرية الموجات الضوئية والتى تختلف عن نظرية الجسيمات فى « ان كل نقطة مضيئة ينبعث منها موجات كروية تنتشر فى جميع الجهات دون الحاجة الى وسط مادى لانتشارها - فمن الممكن أن تنتشر فى الفراغ أو الاثير المحيط بالغلاف الهوائى للارض وان كل نقطة على جبهة كل موجة تكون مصدرا لجبهات ثانوية أخرى بعد فترة معينة من الزمن وهذه الفترة تعتمد على سرعة الضوء فى الوسط الذى تنتشر فيه وتتكون موجات ثانوية وتكون هى الاخرى موجات ثانية وهكذا » .

واثبت هيجنز ان اشعة الشمس عديمة اللون وهى عبارة عن مجموعة من الاشعة الملونة لكل منها طول موجة خاصة بها تبدأ من ٤٠٠ ملليميكرون للون البنفسجى وتنتهى باللون الاحمر الذى طول موجته ٧٠٠ ملليميكرون وهذا يكون الجزء المرئى من الطيف ولكنه اثبت وجود منطقتين أخريتين من

الاشعة غير المرئية وهى الاشعة فوق البنفسجية (U. V) وتحت الحمـــراء (I. R) ويمكن تميزها بتأثيراتها الطبيعية كما سبق . ولقد نجحت نظـــرية الموجات الضوئية لهيجنز فى تفسير معظم الظواهر المرئية .

وفى نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين ظهرت مجموعات من الاكتشافات العلمية الهامة فى علم الطبيعة شاملة لنظريات الضوء وبفضل الاعمال التى قام بها ماكسويل (Maxwell) والتجارب التى أجراها العالم هيرتز (Hertz) ثم وضع الاسس العلمية لنظرية الموجات الكهرومغناطيسية (Electromagentic Waves) والتى أعتبر فيها الضـــوء على أنه نوع من الطاقة ذات موجـــات كهرومغناطيسية كذلك اثبت ماكسويل أن ضـــوء الشمس العمودى يحدث ضغط قدره ٤ر. ملليجرام على المتر المربع لسـطح معتم يمتص كل الاشعة الساقطة وأن ضغط الضوء عامة يعتمد على المسافة بين المصدر والسطح الذى تســـقط عليه الأشعة وعلى هـــذا فالرقم المذكور ليس مطلقا ولكن خاص بحالة كون الشمس هى المصدر للضوء وعلى المسافة الثابتة بينهما وبين الارض وتمكن بعد ذلك العالم الروسى ليبديف (Lebedav) عام ١٩٠٩ من تصميم جهاز لقياس الضوء على الاجسام الصلبة والغازات .

وفى عام ١٩٠٠ وضع العالم الالمانى ماكس بلانك (Plank) نظرياته الناجحة التى شرحت العلاقة بين خصائص الاشـــعاع للجسم الاسود وبين درجة حرارته فلقد أوضح بلانك أن الجسم الاسود يشع بالتسخين أنواع من الطاقة ذات ذبذبات مختلفة ويمكن تميزها بالتحليـــل الطيفى وكلما ارتفعت درجة الحرارة المطلقة حصلنا على الطاقة ذات ذبذبات أعلى (أى طول موجة أقصر) ولقد أضاف بلانك ان الطاقة لاتخرج بصورة مستمرة ولكنها تخـــرج على شكل دفعات صغيرة جدا (Quante) وقيمة الدفعة الصغيرة الواحدة

$$e = h\nu$$

حيث أن h = مقدار ثابت ويسمى ثابت بلانك (Plank's Constant)

ويساوى ٦٫٦٢٣ × ١٠ ^-٢٧^ ارج / ثانية .

ν = التردد الخاص بالطاقة التى يشعها الجسم .

ولقد ادت هذه النظريات خدمات جليلة فى شرح وتحديد الطاقات الضوئية بل وجميع صور الطاقة فى مجال الطيف الخاص بالموجات الكهرومغناطيسية من اطوالها (فى حالة موجات الراديو) الى اقصرها (فى حالة اشعة رونتجن واشعة جاما) ثم تبع ذلك قيام العالم الروسى ستوليتوف (Stoletov) بدراسة ظاهرة التأثير الكهروضوئى باستعمال الخلايا الضوئية (Photocell) ولاحظ حدوث تيار كهربائى عند تعرض هذه الخلايا للضوء أو عندما يتعرض القطب السالب (Cathode) وحده للضوء وأن شدة هذا التيار تتناسب مع شدة الاضاءة وفسرت هذه الظاهرة بأن الضوء الساقط على القطب السالب يتسبب فى اثارة المعدن المكون له فيشع كميات سالبة الشحنة تصل الى القطب الموجب وتسبب سريان التيار الكهربائى .

وبتطور ابحاث النظريات الكهروضوئية ثبت أن التيار المتولد يعتمد فى شدته على طول موجة الاشعة الساقطة على القطب السالب (Cathode) وأن الموجات ذات الاطول الاقصر تعطى تأثيرا اقوى من الموجات ذات الاطوال الاكبر والعكس صحيح وبالرغم من ان استولتوف لم يتمكن من اعطاء تفسير طبيعى واضح للقوانين الجديدة التى وضعها فى نظرية الكهروضوئية الا انه بعد اكتشاف وجود الالكترونات فى حوالى عام ١٩٠٥ أمكن توضيح الظواهر السالفة الذكر والربط بينها وبين وجود الالكترون وفسرت على ان سقوط الضوء على معدن القطب السالب يحدث نشاطا به وتندفع على اثره الالكترونات سالبة الشحنة ومنتقلة الى القطب الموجب مسببة سريان التيار الكهربائى .

واضاف بعد ذلك اينشتين أن الكمات الضوئية الدقيقة (Photons) ذات طاقة معينة وكتلة معينة وأنها تتحرك بسرعة الضوء وأن الطاقة المصاحبة لها تنفذ خلال مادة القطب السالب عند اصطدامها بسطحه وتنتقل كلية الى اليكترون واحد بها وأن الارتفاع فى الطاقة الذى يحدث لهذا الالكترون يتسبب فى زيادة سرعته فاذا ما وصل الى حد معين انطلق الاليكترون فى اتجاه القطب الموجب بسرعة تتناسب طرديا مع الطاقة المصاحبة للفوتون الساقط كذلك أوضح اينشتين أنه بزيادة الكثافة الكهروضوئية الساقطة يزداد بالتالى عدد الفوتونات الساقطة وينتج عن ذلك تيار أكبر .

وتعتمد اجهزة قياس الالوان الحديثة على الخواص الواردة فى النظرية الاخيرة ويتم تسجيل كمية التيار الكهربائى الناتج من استقبال أشعة الجسم الملون باستعمال مرشحات ضوئية وبتطبيق معادلات خاصة يمكن بها الاستدلال على التركيب اللونى الخاص لكل جسم ملون كما سنذكر فيما بعد .

وطبقا لنظريات الكهروضوئية (Photoelectric) ومدى تأثيرها على المركبات المختلفة فقد لوحظ أنه عند امتصاص الاشعة فان الطاقة تنتقل من الفوتونات (Photons) المكونة لها الى المادة التى تسقط عليها ويترتب على ذلك أن الجزئيات المكونة للمادة تنتقل من الحالة الراقدة الى مايسمى بحالة الاثارة (exited state) ومن ثم بدأ البحث عن علاقة تربط بين الامتصاص الجزيئى ونوع وكمية الطاقة المنقولة اليه وتأثيرها فى طاقته الكامنة التى اكتسبها نتيجة لنظام اليكتروناته وقد أوضح بلانك (Plark) فى نظرياته الخاصة بالكمات (quantum theory) العلاقة الرياضية السابقة بين الطاقة وبين طول الموجة المشعة :

$$E = h V = h \frac{C}{\lambda}$$

حيث أن h = ثابت بلانك

C = سرعة الضوء فى الفراغ (وهو ٢٫٩٩٨ × 10^{10} سم / ثانية)

λ = طول الموجة (بالسنتيمتر)

فاذا اسقطت الاشعة على جزىء ما فانها تحدث تغييرا فى كمية الطاقة الكامنة وتحولها الى صورة أخرى من الطاقة تبدأ بطاقة الدوران (Rotational energy) ثم طاقة التردد (Vibrational energy) واكبرها طاقة الانتقال (Transition energy) وهى الطاقة اللازمة لرفع الجزىء من مستوى كهربى معين الى مستوى كهربى معين آخر ويمكن التعبير عنها بالمعادلة الاتيــة :

$$E_T = h \times V = h \frac{\text{سرعة الضوء}}{\lambda}$$

فاذا كانت الطاقة منخفضة فانه يلزمها طاقة نقل E_T كبيرة لنقله لمستوى كهربائى معين والعكس صحيح وهذه الطاقة تمتص من طاقة الموجات الضوئية الساقطة عليه .

ومما سبق نجد انه بزيادة الطاقة الكامنة بجزيئات المركب نحصل على اللون الاغمق لانه سوف يحتاج الى طاقة نقل (E_T) منخفضة تمتص من الموجات الطويلة والتى يصاحبها طاقة ، أقل ، وبمعنى آخر من الموجات المرئية القريبة من الاشعة تحت الحمراء ، وفى حالة المركبات الاكثر ثباتا فان الطاقة الكامنة تكون منخفضة وبالتالى يلزم طاقة نقل عالية وتمتص من الاشعة ذات الموجات القصيرة اى فى مجال الاشعة غير المرئية (فوق البنفسجية) .

وبالتالى فان جزىء المركب يتلون اذا كان يحتوى على اليكترونات غيرثابتة وقابلة للاثارة والانتقال من مستوى طاقة معين الى مستوى آخر بحيث تكون طاقة الانتقال هذه فى حدود الطاقة المصاحبة لموجة او اكثر من موجات الطيف المرئى وتحدث امتصاص فى منطقة موجة معينة من موجات الطيف المرئى لتعطى لون مكمل (Complementary Colour) يتكون من مجموع الوان المناطق الاخرى التى لم يحدث بها امتصاص ، فمثلا اذا كان :

طول الموجة مليمكرون	لون منطقة الامتصاص	اللون المكمل
٤٠٠ — ٤٣٥	بنفسجى	أصفر مخضر
٥٠٠ — ٥٦٠	أخضر	قرمزى
٦٥٠ — ٧٥٠	أحمر	أزرق

وعلى هذا نجد أنه اذا انتقل امتصاص الجزيئات من منطقة البنفسجى الى منطقة الاحمر فسوف ينتقل اللون المكمل من اللون الفاتح الى الاغمق .

تاثير الأشعة الضوئية على المركبات العضوية المكونة للاصباغ

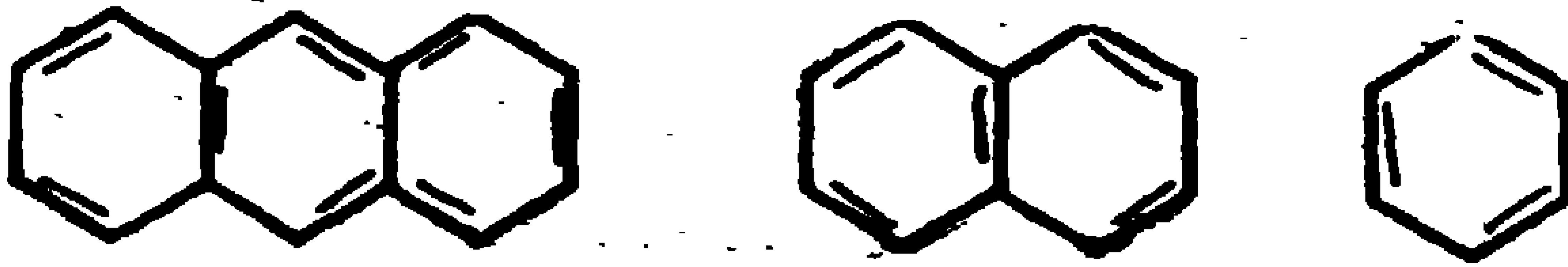
العلاقة بين اللون والتركيب الكيميائى للمركبات العضوية

هناك ثمة علاقة بين لون الصبغة وبين تركيبها الجزيئى وتظهر المادة ملونة اذا كانت جزيئاتها مصحوبة بطاقة داخلية معينة من شانها أن تمتص جزء من الاشعة الساقطة عليها يقع فى منطقة الطيف المرئى .

وحسب نظرية الالوان فان كل جزىء ملون ويكون له خاصية الصبغ يجب **ان تتوافر له بعض الشروط هى :**

وجود هيكل تركيبى معقد نوعا مكون عادة من أسس حلقية منسجمة أو مختلفة الذرات ويطلق على هذا التركيب اسم حامل الصبغ (Chromogen

والاسس الحلقية المذكورة هى فى الغالب حلقات البنزين والنافتالين والانتراسين . . . . الخ



أنثراسين　　　نافتالين　　　بنزين

وجميع هذه الاسس ليست لها لون او طفيفة التلون ولكنها جميعها تمتص الاشعة فى المنطقة غير المرئية مثل الاشعة فوق البنفسجية .

ولكى تصبح هذه الأسس ملونة فانه يجب أن تحتوى على نوعية من المجموعات الكيميائية يعزى اليها التحكم فى كمية الطاقة المصاحبة للجزىء وبالتالى فى نوع ودرجة اللون وهذه المجموعات هى :

أ ـ المجموعة التى يعزى اليها وجود اللون ويطلق عليها اسم مكون اللون (Chromophore)

وهذه المجموعات غير مشبعة التكافؤ ، واهم هذه المجموعات هى كالآتى :

NO_2	$N = N$	$C = O$	$C = S$
نيترو	ازو	كربونيل	كبريتو كربونيل
$C \equiv N$	$S = O$	$N O$	
نتريل	كبريتو	نيتروزا	

وهذه المجموعات تعمل على أن يصبح الجزىء مادة ملونة لوجود ذرة أو ذرتين غير مشبعتين ينتج عنها اليكترونات غير ثابتة ـ والذرات غير المشبعة ترتبط ببعضها فى الجزىء بواسطة رابطة تساهمية(Covalent bond)

وهى اما مزدوجة أو ثلاثية double or trible وفيها تحمل كل ذرة زوج أو أكثر من الالكترونات تتقاسمه بالتساوى مع ذرة أخـرى وتعـرف هـذه الاليكترونات بالاليكترونات (π electrons) وهى غـير متمركزة حـول ذرة واحدة أو أكثر من الكربون لكنهـا شائعة للجزىء ككل وهى دائمـا فى حركة مستمرة وقد تأخذ مكان بالقرب من أحـد الذرات والتى بدورهـا تصبح ذات شحنة سالبة وتصبح الذرة المجـاورة لهـا حـاملة لشحنة موجبة والعكس ٠

وعند ادخال سلسلة كربوهيدراتية تحتـوى على تركيب متعـاقب للرباط غير المشبع (Conjugated chain) تتسع المسافة التى يحدث فيهـا هذا التردد ويكون التركيب الاليكترونى للجزىء عبـارة عن صورة لوضعين من الاستقطاب لذرة الكربون فى طرفى السلسلة وتكون الاليكترونات منتشرة حول الجزىء كله وعملية الاستقطاب هـذه تسهل فـرص ازاحة الاليكترونات لمستوى كهربى أعلى وتعمل على امتصاص الأشعة فى مجـال الطيف المرئى ٠

ب ـ المجموعات التى تساعد على ظهور اللون أو زيادته

(Auxochrome Group)

هذه المجموعات هى :

$-NH_2$	$NH-R$	$-OH$
		
أمـين	امـاين	هيدروكسيل

وتعمل هذه المجموعات على زيادة عمق اللون بزيادة امتصاص الموجات عن طريق تقـوية التأين للجزىء وتسهيلهـا كما ان وجود هـذه المجموعات

يعطى حركة داخلية للاليكترونات التى تحتويها ذراته تنشط أو تقل حسب زيادتها أو نقصها فى الجزىء الأصلى كذلك فان الكروموجينات بالرغم من تلونها ليست لها خاصية الصياغة ولكى تصبح كذلك يجب ان يحتوى الجزىء على مجوعات الاكسوكروم(auxochrome)المكونة للاملاح وهذه المجموعات اما ان تكون موجبة التكهرب (قاعدية) مثل مجوعة الامين (NH_2) او سالبة التكهرب (حامضية) مثل مجموعة الهيدروكسيل (OH) ووجود هذه المجموعات فى الجزىء يعطيه القابلية لتكوين املاح متأينة تذوب فى الماء وبالتالى يكتسب الجزىء خواص الصبغ وذلك لان الصبغات لا تحدث الا فى صورة أيونات الا فى حالات معينة ·

كيفية ظهور اللون فى المركبات العضوية والصبغات

بعد هذه المقدمة للاشعة الضوئية وتأثيرها على المركبات المختلفة والتى ينتج عنها اللون الخاص بالمركب فسوف نستعرض بعض الأمثلة لمركبات عضوية لمعرفة تأثير التركيب الكيميائى على اللون ، ولنبدأ أولا بالبنزين . C_6H_6

فالتركيب الكيميائى للبنزين يمكن ان يوجد فى أحدى الصورتين الآتيتين من التركيب الترددى .


(I)


(II)

والبنزين يمتص لشعة من مجال الاشعة غير المرئية « فوق البنفسجية »
لذلك عند ادخال سلسلة تحتوى على تركيب متعاقب من الرابطات الثنائية

والاحادية لذرات الكربون فانهــا تحول امتصاص الأشــعة الى مجال الاشــعة المرئية ، وهــذا يمكن تمثيله بمركب داى فينيــل بوليين
(Diphenly polyenes)



$C_6H_5 - (CH = CH)n - C_6H_5$

فالمجموعة الأولى منه وهى الاستلبين (Stilbene) (n = 1) عديمــــة اللون .



$C_6H_5 - CH = CH - C_6H_5$

ولكن كلما زادت (n) فان اللون يســـير من الاصـــفر الى الأخضر والبرتقالى وعندما تكون (n=3) فان المركب يكون ذو لون أزرق محمــر . وعند ادخال مجموعة ايثيــل ($-CH_2$) فى السلسلة ينتج عنهــا تحــول فى امتصاص الأشــعة الى طول الموجات القصــيرة اى الى مجــال الطيف غــير المرئى ومن الأمثلة على ذلك :



$C_6H_5 - (H = CH)_4\ C_6H_5$ أخضر مصفــر



$C_6H_5 - CH_2(CH = CH)_4\ C_6H_5$ عــديم اللــون

واستبدال مجموعات فى حلقة البنزين يحدث تغييرا فى مجال امتصاص الاشعة ـ وبالاخص المجموعات القطبية (Polar groups) فهذه المجموعات تتركب من ذرات ذات اختلاف كبير فى كهربيتها السالبة(Electronegativety) اى ان احــدى الذرات لهــا قابلية عالية لاجتذاب الالكترونات عن الأخرى ويمكن تقسيم هــذه المجموعات الى :

أ ـ مجموعات جاذبية أو مستقبلة للاليكترونات (Electron - attracting or accepting) وتعرف ايضا بالحامضية (anionoid or acid)

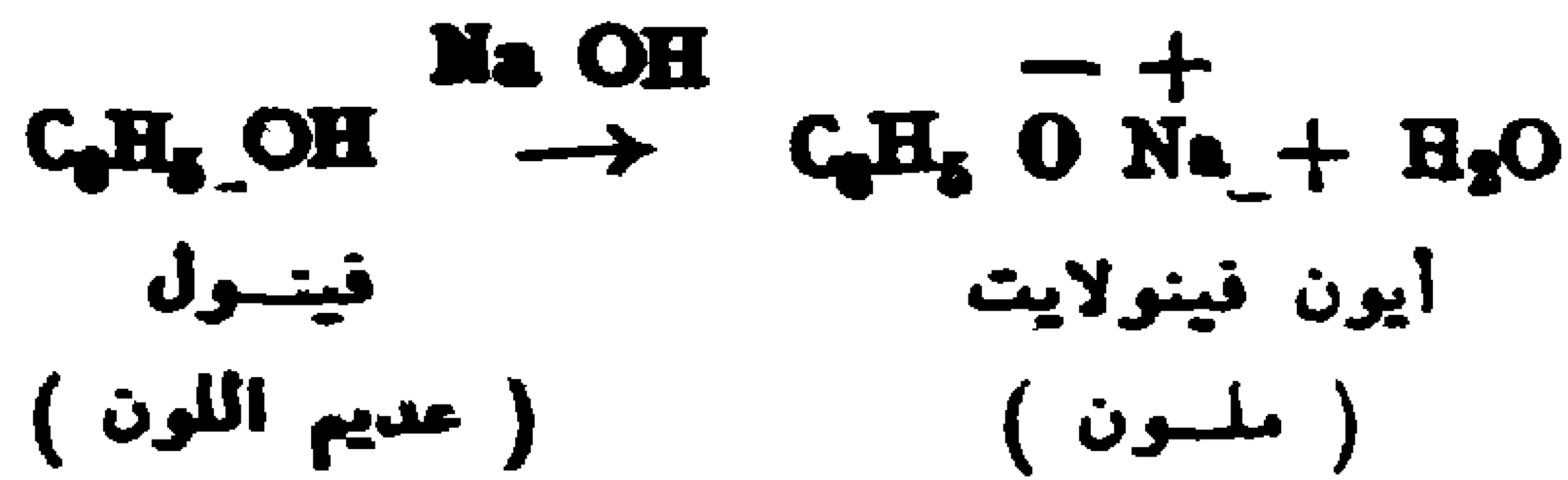
ب – مجموعات معطيـــة للالكترونات (electron - donating)
وتعرف ايضا بالقاعدية (cationoid or basic) ومن امثلة هـــذه المجموعات :

جاذبة للاليكترونات CN — , CO — , NO — , NO_2 —

معطية للاليكترونات NH_2 — , NHPh — , OR — , OH —

هذه المركبـــات يمـــكن أن تشـــارك فى التركيبـــات الترددية للمركب (resonant structure) الذى يكون تام مـشبعا ، كما فى حالة البنزين ، ومثل هـــذا التاثير يمكنُ أن يحول مجـــال امتصاص الاشعة الى منطقـــة الطيف المرئى وتعطى مركبات ملونة — ومعظمها صبغات — وهنـــاك بعض الأمثـــلة على هـــذا :

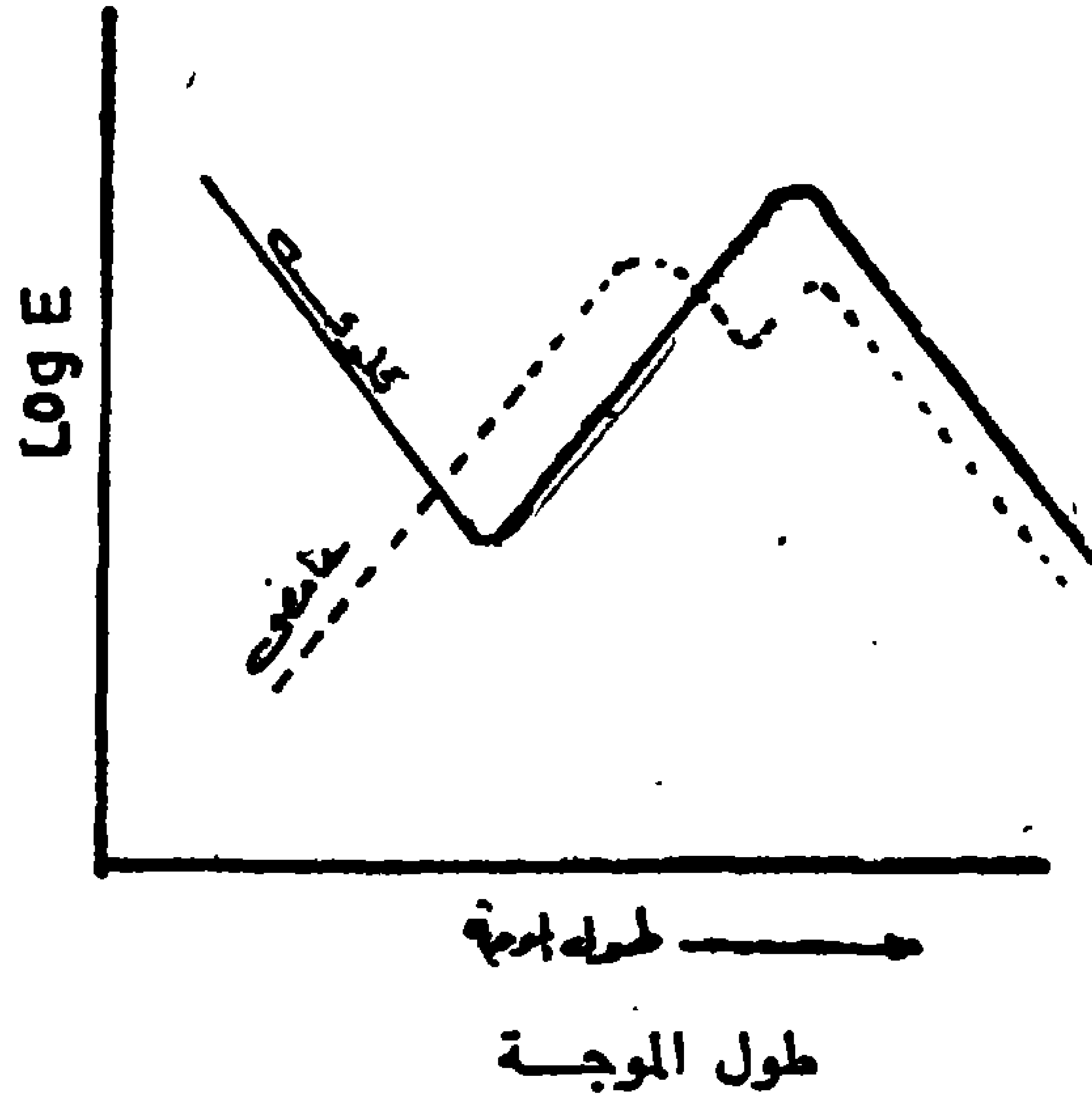
فالشـكل (٥٥) يمثل امتصاص الطيف للفينول (Phenol) ، على سبيل المثـال فى محلول حامض وقلوى . ففى المحـلول القلوى يتحلل المركب كما فى المعـــادلة :



$$C_6H_5OH \xrightarrow{NaOH} C_6H_5\overset{-}{O}\overset{+}{Na} + H_2O$$

فيـنـول (عديم اللون) — أيون فينولايت (ملـــون)

عند تحلل الفينول فى الوسط القلوى فانه ينتج عن ذلك تحول فى مجال امتصاص الاشعة الى منطقة الطيف المرئى وذلك يرجع الى أن فقد أيون الهيدروجين يجعل ذرة الاكسيجين سالبـــة الشحنة وبالتـــالى فان الاليكترونات π الموجودة فى هـــذا النظام تصبح عديمة الاستقرار أو أقل استقرارا وهذا يعنى نقص فى الطاقة اللازمة للاثارة وبالتالى تحول فى مجال امتصاص الاشعة الى الموجات الطويلة ذات الطاقة المنخفضة اى مجـــال الطيف المرئى كمـــا فى الشكل (٥٧) .



شكل (٥٧) امتصاص الفينول للطيف فى الوسط الحامضى والقلوى

الصـبغات Dyes

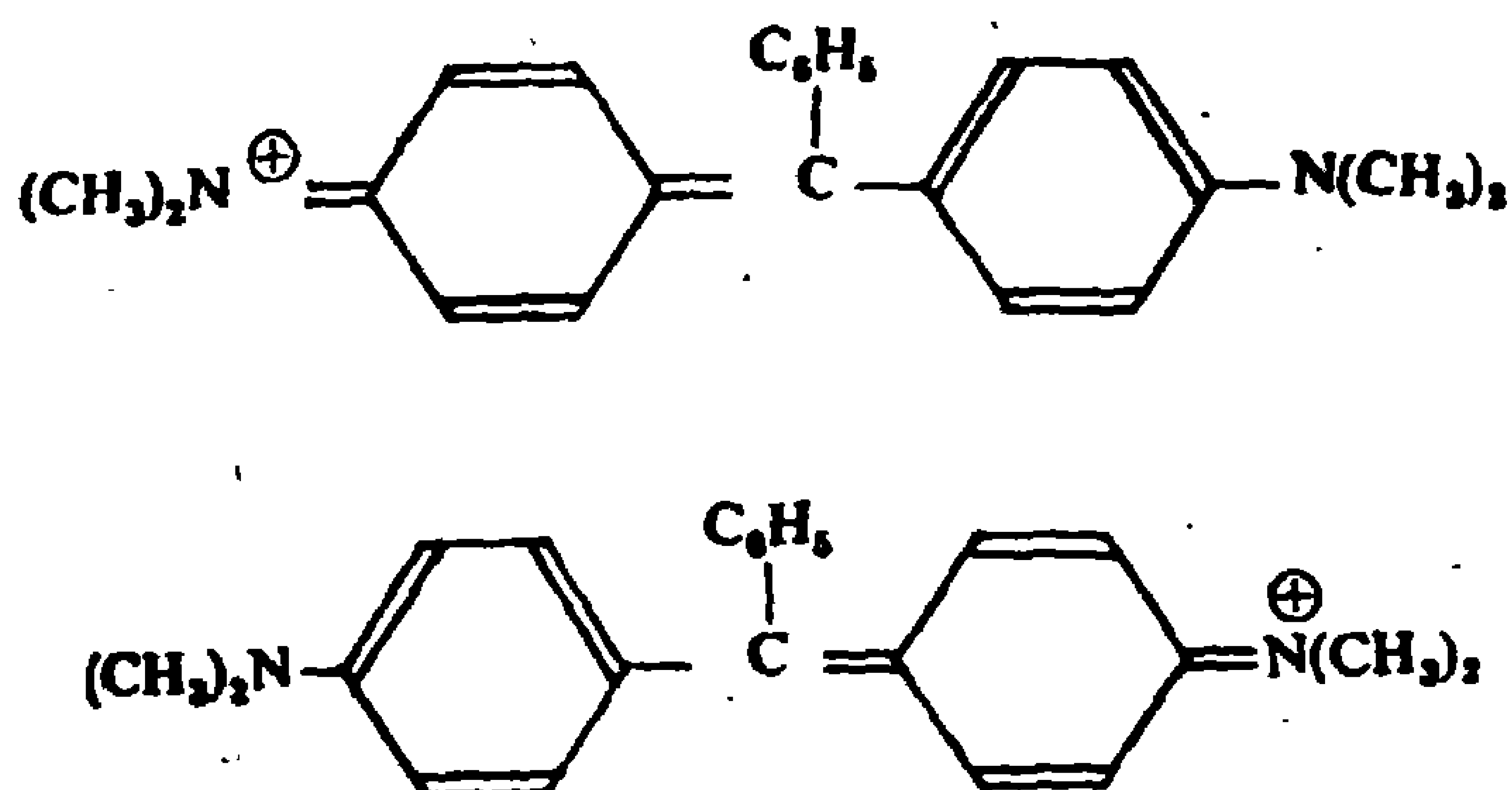
اما فى حالة الصبغات ، فناخذ مثال لذلك ، مركبات تراى فينيل ميثان (Triphenyl methane Compounds)

فكيتون تراى فينيل ميثيل طفيف التلون .



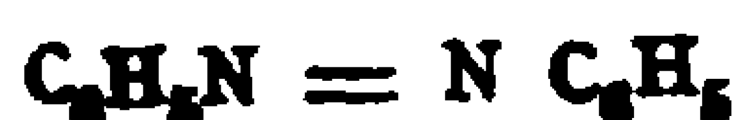
$$(C_6H_5)_3 : \overset{+}{C}$$

وادخـال مجموعة من داى ميثيل أمين $-N(CH_3)_2$ فى الوضـع (المقابل) بارا الحلقتين بنزين يعطى الصبغـة (Malachite Green) ، ووجود هذه المجموعات تزيد من احتمال التركيب الترددى لهـذا المركب كما فى الحالة (١) ، (٢) أما المركب الاصـلى فانه فـى حالة تركيب ترددى وسط بين هاتين الحالتين وبالتالى فى مستوى طاقة اقل منهما :



انواع الأزو (Azo Types)

مركب ازو بنزين (Azobenzens) (١) طفيفة التلون بينمــا مادة البارا امينو أزو بنزين (٢) عميقــة التلون وتظهر امتصاص للاشعة الطوليــة فى مجال الطيف المرئى .



$C_6H_5N = N\ C_6H_5$



$C_6H_5N = N\ C_6\ H_5\ NH_2$

(٢) عديمــة اللون

(١) ملونة

فوجود مجموعة الأمين تزيد من حــركة الاليكترونات * وبالتــالى خفض طاقة الانتقــال وتحولهــا من مجال امتصاص الاشعة القصيرة الى الأشعة الطويلة .

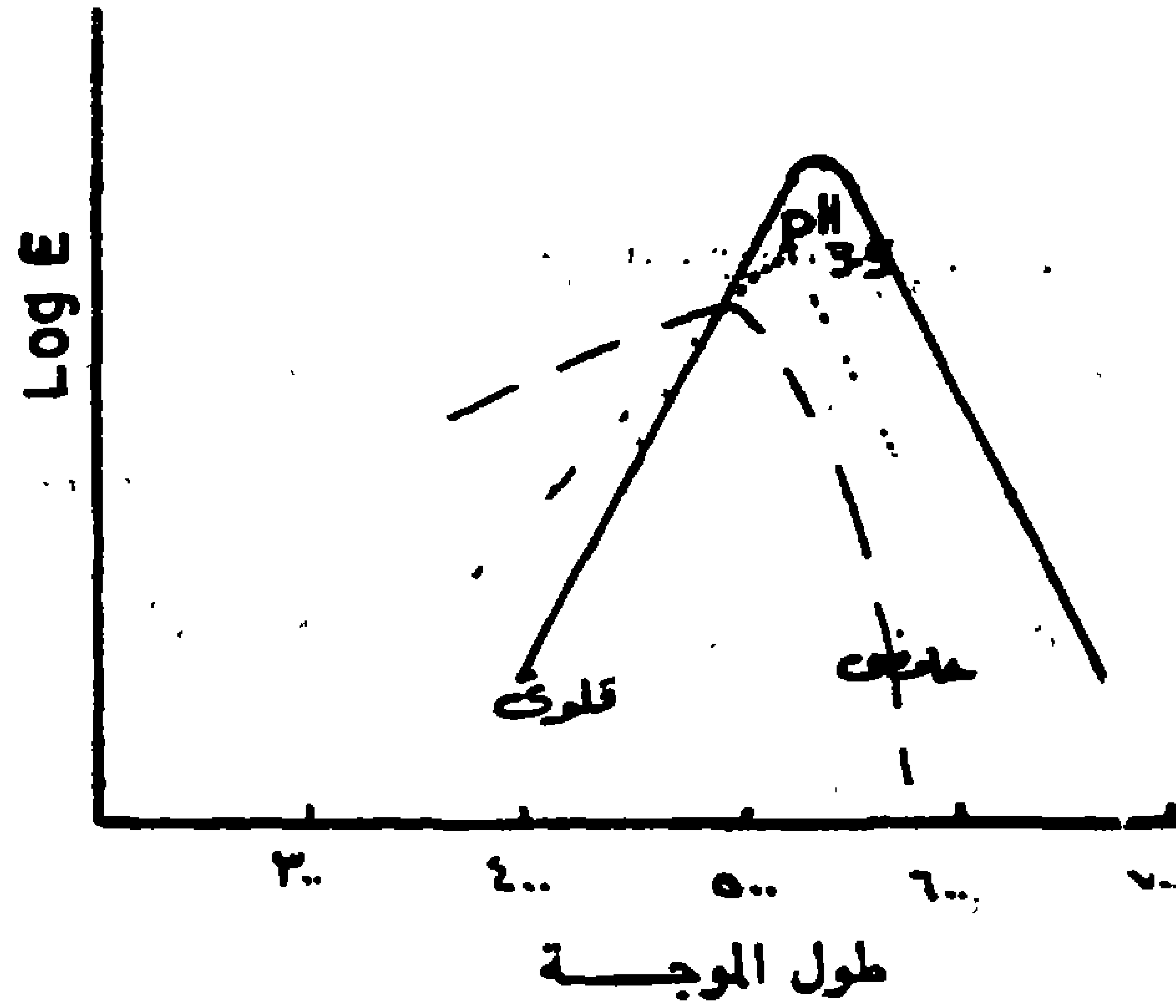
وهنــاك المركب المنتمى اليــه (Γ - dime:hyl amino - azobenzene)

P - Sulphonic acid) يستخدم كدليل لأيون الهيدروجين ويعرف بالميثيل البرتقالى .



$$(CH_3)_2\,N\,C_6H_4N = NC_4H\,SO_3^-\,Na^+$$

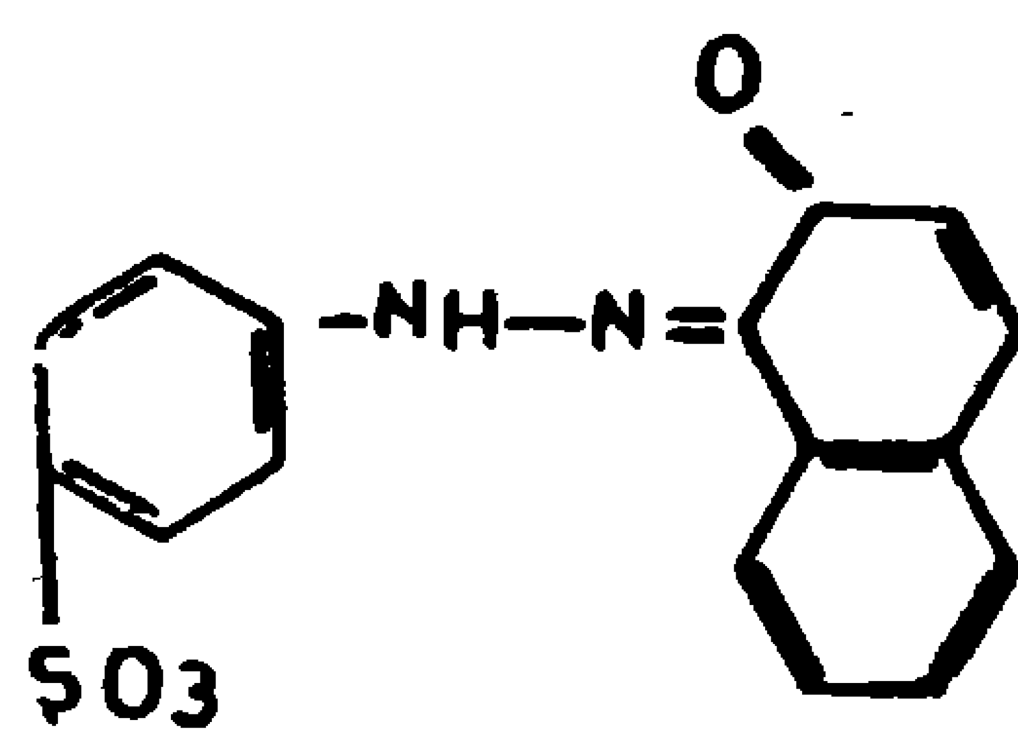
والشكل (٥٨) يوضح امتصاص الأشعة للميثيل البرتقالى فى وسط قلوى وحامضى وعند درجة أ س هيدروجينى .



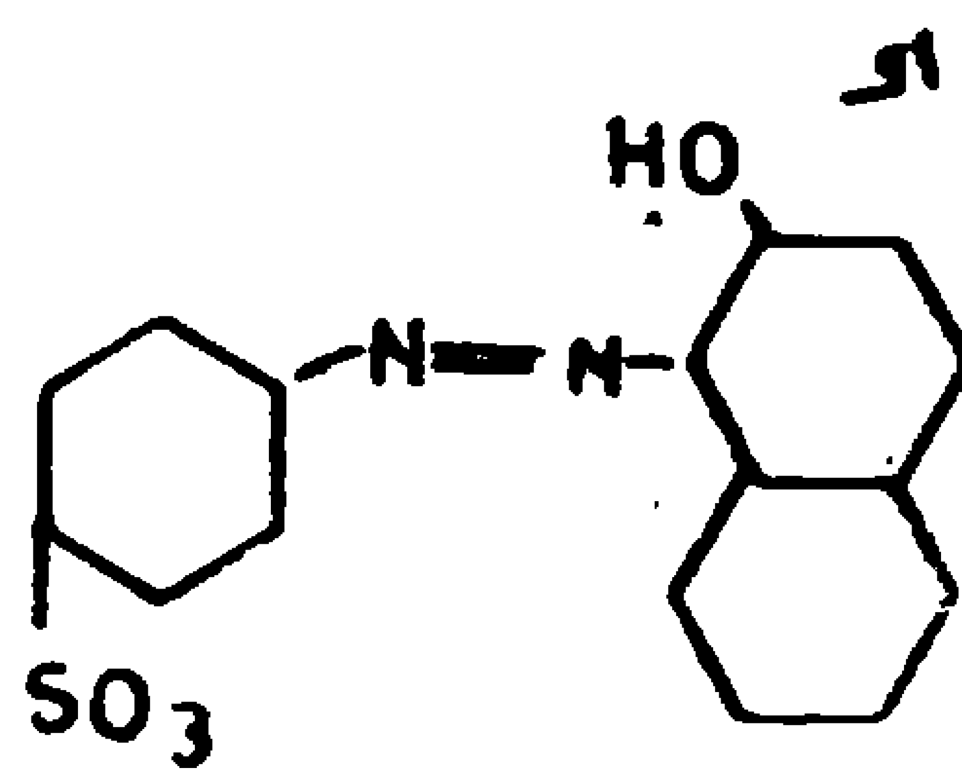
شكل (٥٨) امتصاص الميثيل البرتقالى للطيف

ففى الوسط الحامضى يتكون الكيتول الحر الذى يساعد بدرجة كبيرة على تجنب الاستقرار للتركيب وبالتالى تنخفض الطاقة ويحول الطيف الى منطقة الأشعة المرئية .

ومثال آخر لصبغات الازو وهو (Acid Orange II) كما هو مبين فى التركيب الترددى الاتى :



أو



الفصـــل الثـــانى

اللـــون

COLOUR

مقـــدمة

يحتل اللون مكانة هامة فى جميع أوجه نشاط البشر وقـد اهتم الفنانون وعلماء اصول الشعوب وعلمـــاء الآثار وعلماء الطبيعة وعلماء النفس وغيرهم بنواحى اللون المختلفـــة واستنبطوا معلومات كثيرة وقيمـــة فى هـــذا الميدان فانه بخلاف الناحية الجمالية للالوان نجـــد أن لهـــا تأثير على سيكولوجية وفسيولوجية الجســم البشرى والدليـــل على ذلك ما يسببه مثـــلا اللون الأحمر من اثارة وشـــدة سرعة نبضـــات القلب وكذلك تأثير اللون الأزرق العكسى حيث انه لون مهدىء للجهـــاز العصبى كمـــا أن هناك حالات كثيرة ينتاب فيها بعض الاشخاص حالات صداع وقلق تسببه الالوان الشديدة .

ونظرا لاهمية هذا الموضوع وارتباطه بدراستنا فسوف نتناول دراسته من الزاوية التى تهمنـــا فى هذا المجال وهو تعريف اللون وترتيبه وخلطه ثم كيفية رؤيتـــه وطرق قيـــاسـه .

تعـــاريف

كلمة لون لهـــا تعاريف مختلفـــة حسب نوعية الدراسـة التى تتناولها. فالفنانون التشكيليون وكذلك المشتغلون فى حقل الصباغة وعمال الطبـــاعة يقصدون بهـــا الدهانات والاحبار والمواد الصبغية التى يستعملونها لانتاج اللون . أما علماء الطبيعة فيقصدون باللون « تلك الاشعة الملونة الناتجة عن تحلل الضوء»واللون بمعنى الكلمة هو ذلك التأثير الفسيولوجى(أى الخاص بوظائف اعضـــاء الجسم) النـــاتج على شبكية العين سواء كان ناتجا عن المـــادة

الصبغية الملونة أو عن الضوء الملون فهــو اذن احساس وليس له أى وجود خارج الجهــاز العصبى للكائنــات الحية .

الخواص المحــددة للون

بفحص لون ما بنظرة تحليل وتعمق نجــد أن هــذا اللون يمكن تحديده بثلاثة خواص أو صفــات وهى :

ا ــ الكنــــة (Hue)

وهى تلك الصفة التى يمكن بهــا تمييز وتعريف اى لون عن الآخر والذى يسمى باسمهــــا اى : بنفسجى ــ أزرق ــ أخضر ــ برتقــالى ــ ارجوانى .... الخ .

فمثلا ، اذا قلنــا أن التفــاحة حمراء فهذا يعنى أن اللون « الأحمر » هو كنــه أو اسم اللون .

ويمكن تغيير كنــة اى لون بمزجه بلون آخر ، فمثلا اذا مزجنــا مادة لونهــا احمر بأخرى لونهــا اصفر ينتج مادة برتقالية اللون وهــذا يعــنى تغيير كنــه اللون من الأحمر الى البرتقالى .

ب ــ القيمـــة (Value)

ويقصد بهــا درجة عمق اللون اى انه بالقيمــة يمكن أن تفرق بين الأحمر الفــاتح والأحمر الغــامق .

واذا مزجنــا اسود وابيض (وفى حالة الألوان المائيــة اذا اضفنــا المــاء) الى اللون فاننــا بذلك نغير من قيمة اللون وليس من كنهه .

واللون اذا كان فى كامل قوته الطبيعية يطلق عليه لون أساسى أو طبيعى اما اذا كان افتح أو أخف فيطلق عليه بالانجليزية **tint** واذا كان غامقا أطلق عليه ظل (Shade) وعليه يمكن ترجمة الاصطلاحين كالآتى :

نيمة فاتحة من الأزرق

قيمة غامقة من الأخضر

جـ - الشـدة (Intensity)

هذه الخاصية توصف أو تميز القوة أو الدسامة اى درجة التشبع (Saturation) فبعض الألوان قوية دسمة مشبعة وبعضها ضعيف ممزوج

واذا ما قيل أن شيئا ما قويا فى اللون فهذا يعنى أنه دسم ، مشبع ، نقى وبالاضافة الى الخاصية السابقة فان الشدة تدل كيف أن اللون يقترب او يبتعد عن درجة النقاء واننا نستطيع أن نغير من شدة لون بمزجه بلون آخر يقربه الى الرمادى وكذلك نستطيع أن نغير الشدة بدون أن نغير القيمة أو الكنة وذلك باضافة رمادى حيادى الى اللون من نفس قيمته .

وهذه الخواص الثلاثة مرتبطة ببعضها وانه من الضرورى ملاحظة أن كلا من خواص اللون الثلاثة يتوقف على الاثنين الآخريين كما تتوقف على الرائى وظروف الرؤية وان لون جسم ما يمكن أن يتأثر بوجود أجسام اخرى فى مجال الرؤية وكذلك بظروف الاضاءة ... الخ كما سوف يأتى فيما بعد .

اما فى علم الطبيعة فقد حدد اللون بالدلالات الثلاثة الاتية :

ا ـ طول الموجــة (Wave Length)

استكمالا لمـا سبق ذكره فانه عند مرور حزمة ضوئية خـلال منشور ثلاثى فانهـا تتشتت بظاهرة الانكسار وتظهر بالوانها الاصلية ونحصـل على الوان الطيف (Spectra) وانه بتجزئة الطيف عرضيا نحصل على شرائح الطيف (band Spectrals) وتتميز بحسب كنــه لون كل منهــا (بنفسجى ، أزرق ، أخضر ، أرجواني ...) او بلغة علم الطبيعة تتميز بحسب أطوال أمواجهـا اذ أن لكل كنــة لون طول خاص للموجة وبمعنى أن شريحـة طيفية ضيقــة جدا يقال عنهـا ذات كنــه لون واحــد او وحيدة الكنــه (Monochromatic) او (احادية الموجة) .

ان طول الموجة يسمح بالدراسة العلمية الموضوعيـة للالوان بدون الحاجة الى الاستعانة باحساساتنا اللونيــة اذ ان الاشعاعات لا تستطيع العين أن تميزها مثل موجات تحت الحمراء وموجات فوق البنفسجية وغيرها ويقــاس طول الموجة بالمليميكرون (um) او الانجستروم (°A)

والجدول الاتى يبين حــدود لطوال موجات الالوان التى تستطيع العين أن تميزها بنــاء على نتــائج أبحاث (Abney) مقدرة بالمليميكرون (um)

كنــة اللـون	طول الموجــة
أحمر نقى	٦٢٠
برتقــالى	٦٢٠ ـ ٥٩٢
أصــفر	٥٩٢ ـ ٥٧٨
اخضــر	٥١٣ ـ ٥٠٠
أخضر مزرق (سيانيه)	٥٠٠ ـ ٤٦٤
أزرق	٤٦٤ ـ ٤٤٦
بنفسجى	٤٤٦

ب - عامل النقـــاء (Purity) للون

هو النسبة بين اللون وبين كمية الابيض الموجود به ٠

ج - عامل النورانية (Luminance) للون

أى كميـة الضـوء المنقـول أو المنعكس الى أعيننا من هـذا اللون ٠

وبنــاء على هذه الدلالات فانه يمكن تحقيق عـدد كبـير من الالوان ومشتقاتهـا ودرجاتهـا كل حسب طول موجته وما تستطيع العين تحديده.

تعريف الالوان الابيض والرمادى (المحايد) والاسود

يقال لسطح ما انه أبيض اذا ما نشر فى جميع الجهـات وبدون أى امتصــاص كل الاشعاعات المرئية التى يستقبلهـا .

كمـا يقال لسطح ما انه أسود اذا ما امتص تمـاما كل الاشعاعات التى يستقبلهـا .

أما الأسطح الرمادية (أى ذات القيم المحـايدة) فهى التى تنشر بكميات متساوية بالانعكاس أو التى تمتص بكميـات متساوية اشعاعات الالوان بجميع أطوال الامواج .

الا انه لم يوجد حتى الآن بين المواد الملونة الأبيض الكامل الذى يعكس الاشعاعات الساقطة بنسبة ١٠٠٪ انمـا أمكن الحصـول على المـادة البيضـاء التى تنشر ٨٩٪ فقط من الضـوء وكذلك لا يمكن الحصول على الاسود الكامل بنسبة صفر ٪ انما عمليـا تستعمل المـادة الملونة التى تنشر ٤ر٤٪ من الضوء الساقط وهو أسود الجواش الاكثر سوادا ٠

ترتيب الألـــوان

شغل الترتيب النظرى للالوان بال كثيرا من العلماء والفنـــانين منـــذ أمـــد بعيـــد .

ولقـــد اكتشف العالم اسحاق نيوتن عـــام ١٦٦٦ عندما لاحظ ظاهرة انكسار الضوء خلال المنشور الزجاجى — اول من وضع ترتيب الالوان ، ان كل الالوان موجودة فى ضوء الشمس ولنه عنـــد مرور شـــعاع ضوئى فانه يتشتت الى مكوناته ، ونظرا لاختـــلاف زاوية الانكسار لكل لون فان الأشعة البنفسجية مثلا تنحرف أكثر حدة من الأشعة الحمراء وينتج ما يعرف بالوان الطيف .

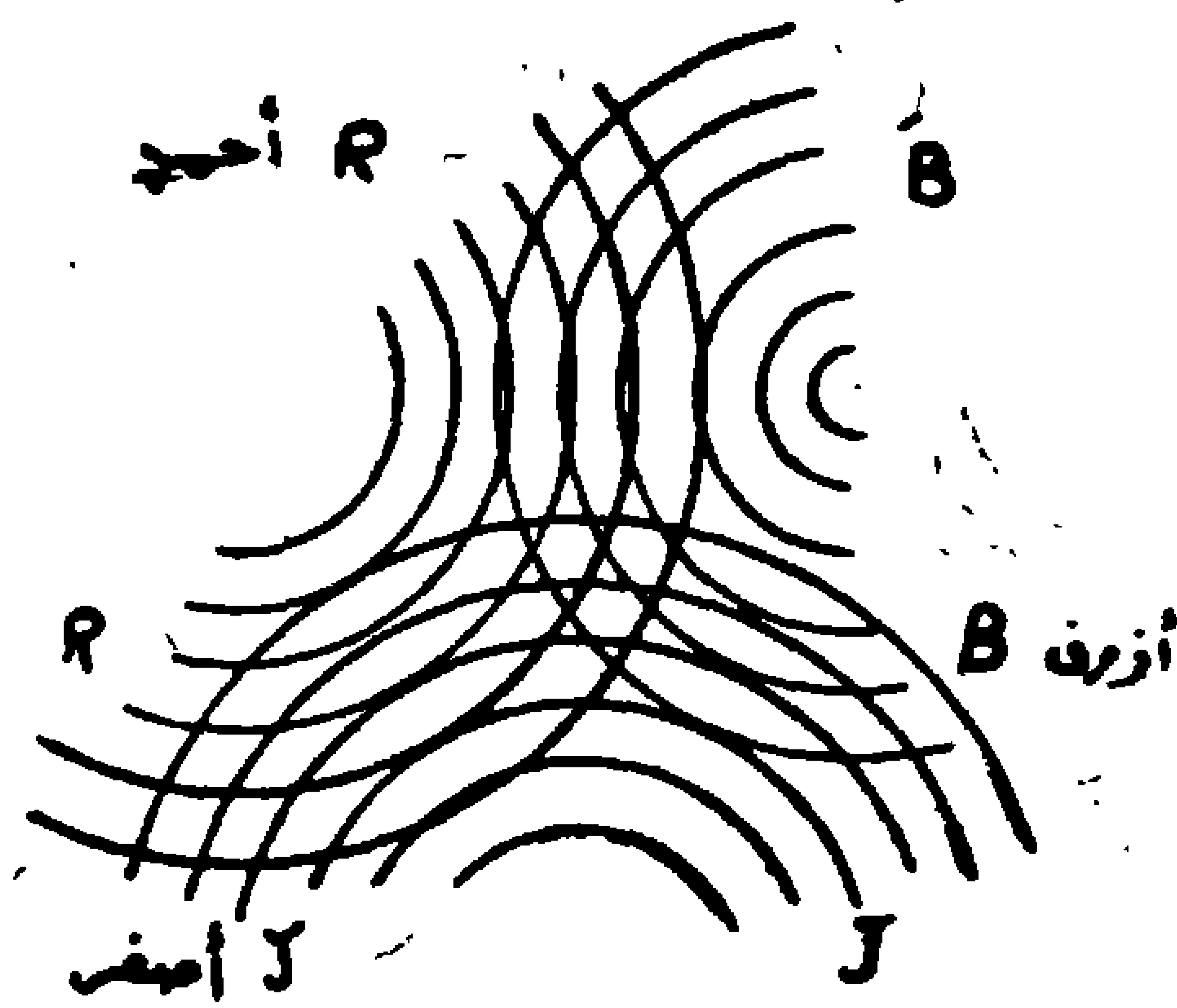
وعليـــه تتلخص هذه الطريقة فى ترتيب الألوان الأصليـــة على خط مستقيم — بالشكل النـــاتج عن تحليل الضوء الأبيض — كالآتى :

الأحمر — البرتقالى — الأصفر — الأزرق — النيـــلى — البنفسجى
ويستعمل هذا الترتيب الخطـــى كثـــيرا فـــى الحيـــاة العملية الا أنه بصـــورة غير تامة .

وقد ظهرت بعد ذلك محاولات كثيرة لترتيب الالوان سوف نستعرض منها ترتيب الالوان للعـــالم لاكوتير عـــام ١٩٨٠ والذى يرجع اليه الفضل فى تصميم أول ترتيب متماسك ومتجانس للالوان حيث أسس مجموعة ابحاثه بادخال نظام الشرح أو الرمز بالحروف والأرقام .

فقد احتوت قائمـــة الالـــوان مجاميع من ثلاثة الوان متداخله يحمل كل لون منهـــا حرفا ابجديا وترقيما لمزيجات الالوان شكل (٥٩) . كل لون ، مثلا كالاحمـــر R والأزرق B والاصفر Y يمثل بدوائر متوالية مدرجـــة وتحمل رقم ١ الى ٦ بالتدريج .

ومن الطرق التى استخدمت أيضـــا فى ترتيب الالوان طريقـــة ترتيب الالوان بالاستعانة بالاشكال الدائرية والمثلثات :



شكل (٥٩)

وتتلخص هذه الطريقة فى تجميع أو تضافر فكرتين أساسيتين تؤديان الى تخطيط مفيد لترتيب الالوان .

تقوم الفكرة الأولى على توزيع الالوان ليس على خط مستقيم كما فى الترتيب الخطى ولكن على محيط دائرة مغلقة يتصل فيها البنفسجى بالأحمر . أما الفكرة الثانية ففيها توضع الثلاثة الوان الأساسية على رؤوس مثلث متساوى الأضلاع .

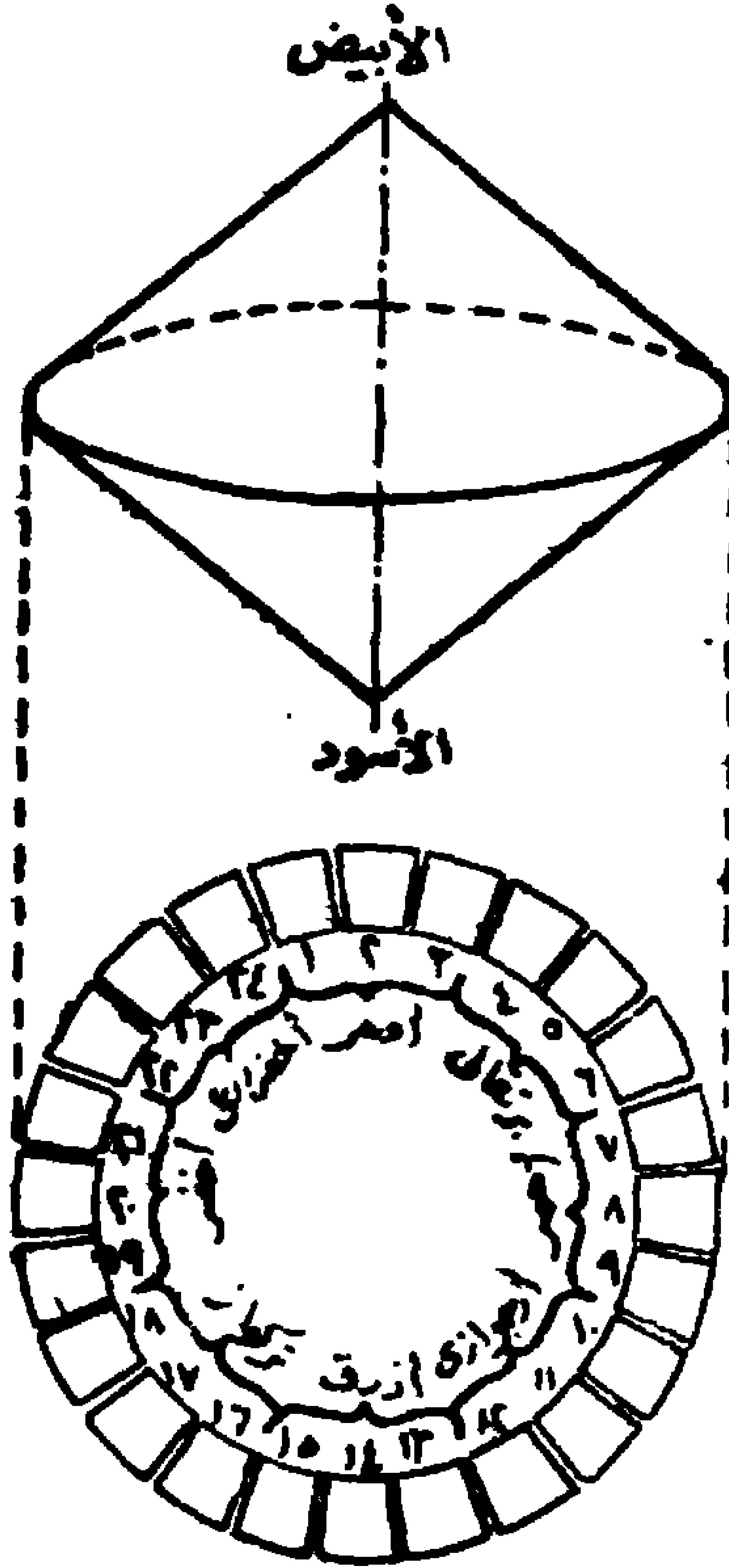
وقد ادخلا تحسينات على هذه الدائرة السابقة بتشييدها بحيث نرى فى نهايتى كل قطر فى الدائرة لونين متكاملين ، وعلى رؤوس مثلث متساوى الأضلاع داخل الدائرة نجد مجموعة الثلاثة الوان الاساسية.

ترتيب اسوالد

يعتبر اسوالد (Ostwald) احد الاوائل الذين لهم الفضل فى محاولة ترتيب الالوان باستعمال المجسمات أى استعمال البعدالثالث بعد أن كانت جميع الترتيبات السابقة تؤخذ على اشكال مسطحة .

واستعمل فى هذا الترتيب مجسما على شكل مخروطين قائمين مشتركين فى القاعدة الأفقية كما فى الشكل (٦٠) حيث رتبت عليها جميع

الالوان فى حين ان راس المخروطين فى اعلى وفى اسفل الجسم يمثلان الابيض والاسود على التوالى وفى الترتيب وزعت الالوان على محيط القـــاعدة وكل لون له ثلاثة تدريجات لونية كمـــا توجد ثمـــانى تدريجات للقيمـــة من الابيض فى راس المخروط العلوى الى الاسود فى راس المخروط الاسفل .



شـكل (٦٠)

ترتيب منســـــل

اعتبر ترتيب (Munsell) فى الولايات المتحدة الامريكية احسن الترتيبات من الوجهـــة العلمية واكثرها فائدة فقـــد حدد فيهـــا اللون بثلاثة دلالات وهى :

١ ـــ الكنـــه

٢ ـ القيمـــة

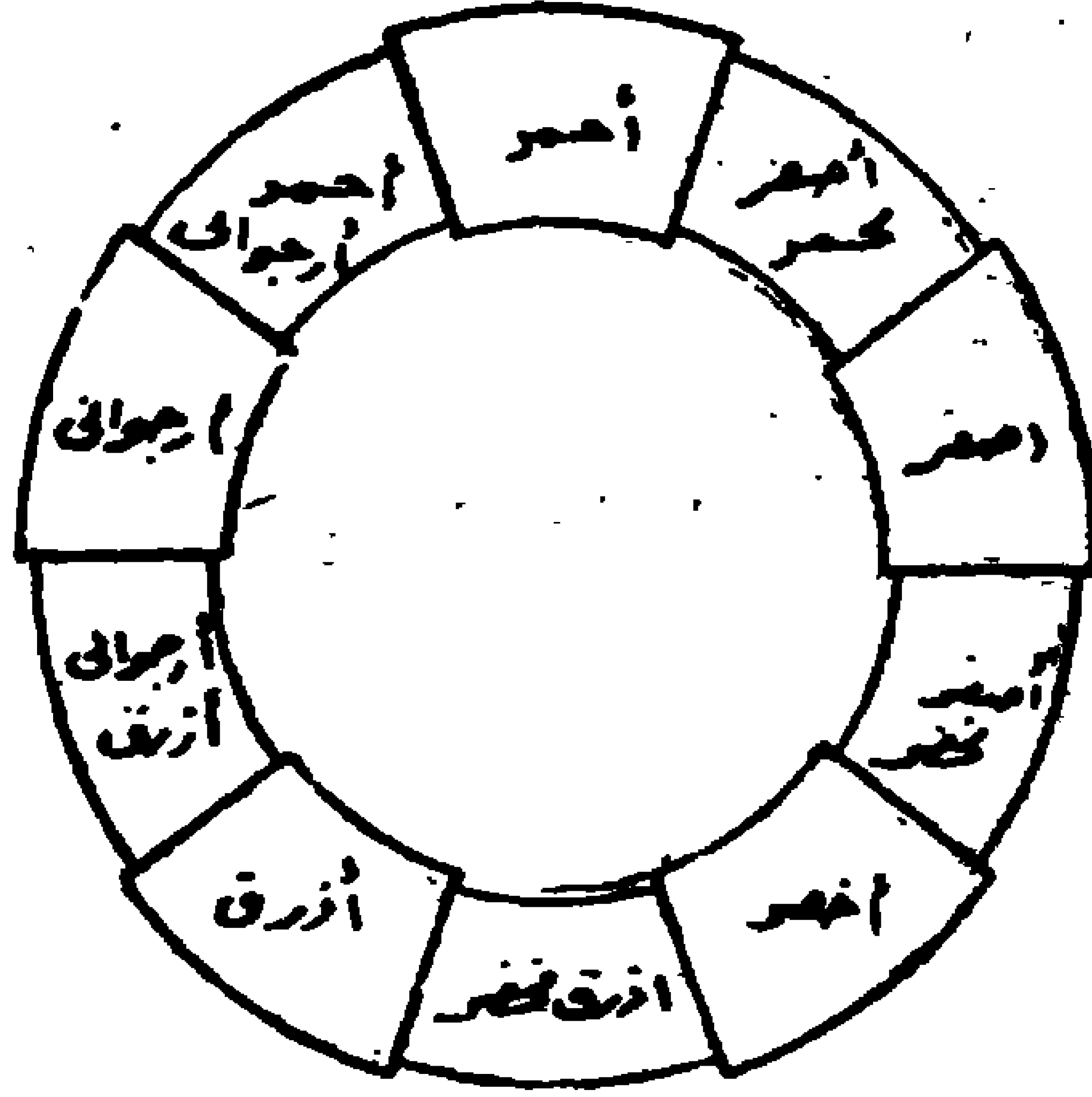
٣ ـ التشـــبع

وفى هـــذا الترتيب وزعت عشرة الوان (خمسة منهـــا أساسية ، وخمسة متوسطة) بانتظـــام على مسافات متساوية على محيط دائرة كما فى الشكل (٦١) موضوعة فى مستوى أفقى . وعلى محور متعـــامد على محيط هـــذه الدائرة ويمر بمركزها حـــدد نقطتين متساويتى البعـــد عن مركز الدائرة : أحدهمـــا النقطة التى تحمل رقم صفر بالجهة السفلية ويمثـــل الأسود النموذجى والنقطة الثانيـــة وتحمل رقم ٩ بالجهـــة العلوية وتمثـــل الابيض النموذجى على ان تمثل التقسيمات المتوسطة على هـــذا المحـــور قيم الرماديات المتدرجة بمسافات بينية متساوية تربط الأسود وبالأبيض .

وان التدريجات المختلفـــة على هـــذا المحور تقيم بقيم عددية ويرمز لهـــا بالحرف V مثل V = ٢ أو V = ٦ ، وانهـــا تمثل تدرج الرماديات المحايدة مرموز لهـــا بقيمـــة عددية كمـــا يلاحظ ان دائرة الألوان المتعامدة على هـــذا المحور تمثل القيم المتوسطة للتدريجات الرمادية أى V على هذه الدائرة = ٥

وبالاشـعاع من هـــذا المحور المركزى الممثل للقـــيم V يزداد التشبع الذى يطلق عليـــه اسم (Chroma) ويرمز له بالحرف C فاذا كانت C = صفر فيكون عندنا رماديا محايدا وكلما زادت قيمة C فاننـــا نحصل على لون أكثر نقـــاء وتشبعا بمعنى أن قيمة C تدل على تشبع اللون وتتدرج قيمـــة C من الصفر عند الرمادى الحيادى على المحور المركزى الى رقم ١٦ تبعـــا لكمية التشبع وشكل (٦٢) يبين قطاعا موازيا للمحور الراسى مبينـــا عليـــه : تغيـــير قيمـــة V من الاسود عند الرقم صفر الى الأبيض عنـــد

الرقم٩ وتغير درجة التشبع من الصفر عند المحور المركزى بالاشعاع الى الخارج حتى يصل الى التشبع الكامل للون.



شكل (٦١)

وتلخيصا لما سبق فان اللون يحدد فى ترتيب منسل بالثلاث دلالات السابقة .

١ — كنه اللون H يعطى له حرف أبجدى يحدد مكانه بين التقسيم الموجود على محيط دائرة الالوان .

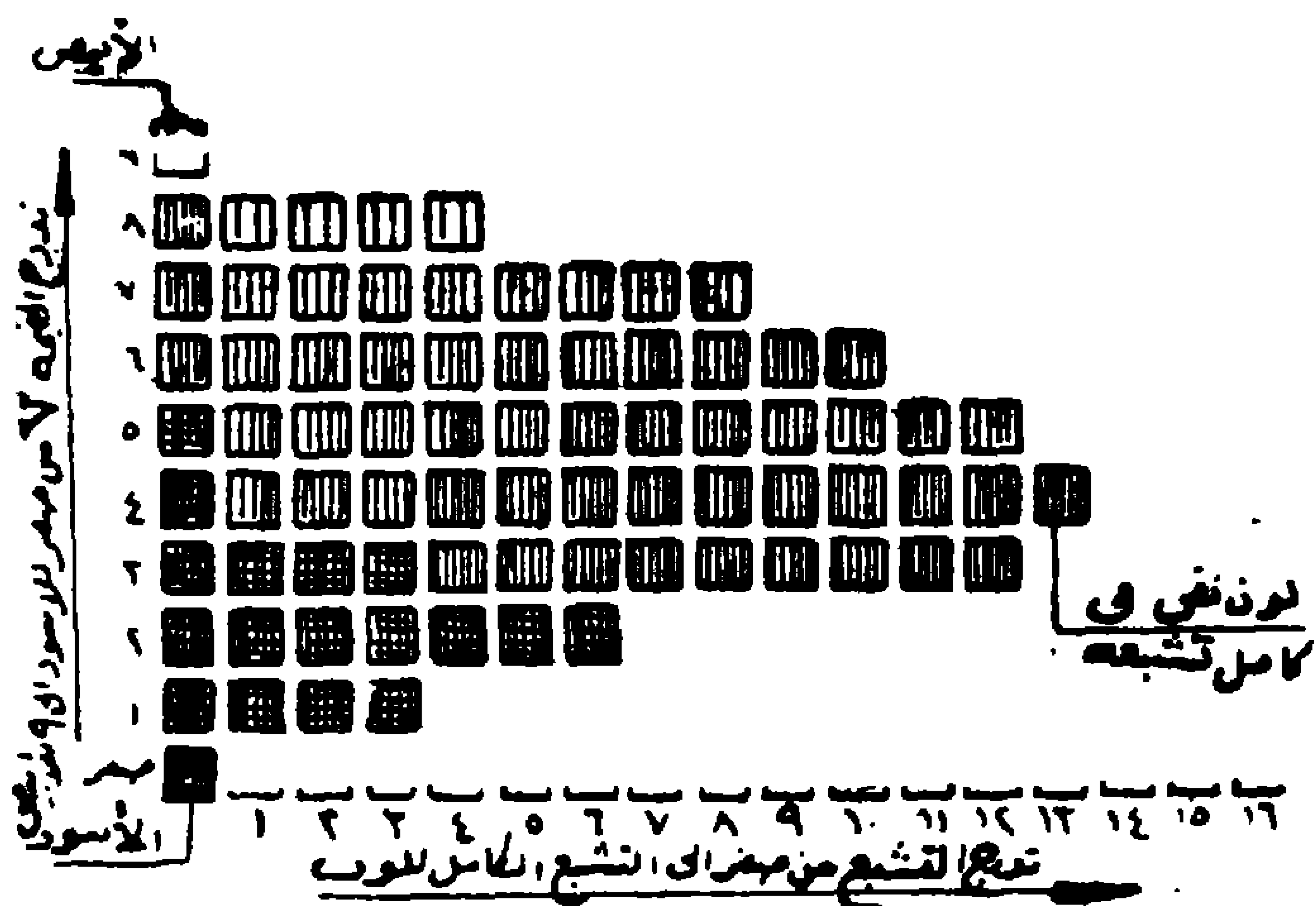
٢ — قيمة V مرقمة من ١ : ٩ على المحور المركزى الحيادى .

٣ — رقم آخر C ليحدد بعد مكان اللون بالنسبة للمحور المركزى الحيادى .

بهذه الدلالات يمكنكل دقة وصف أى لون وتحديد مكانه بالضبط فى مجسم منسل للالوان وعليه يحدد اللون وتكتب $YG\ 6/_4$ الذى يدل أو يقرا « اللون الأصفر المخضر بقيمة قدرها ٦ ودرجة تشبع تعادل ٤ » .

ترتيب رود

قام العالم رود بترتيب الالوان على خط مستقيم بطريقة تتطابق مع



شـكل (٦٢)

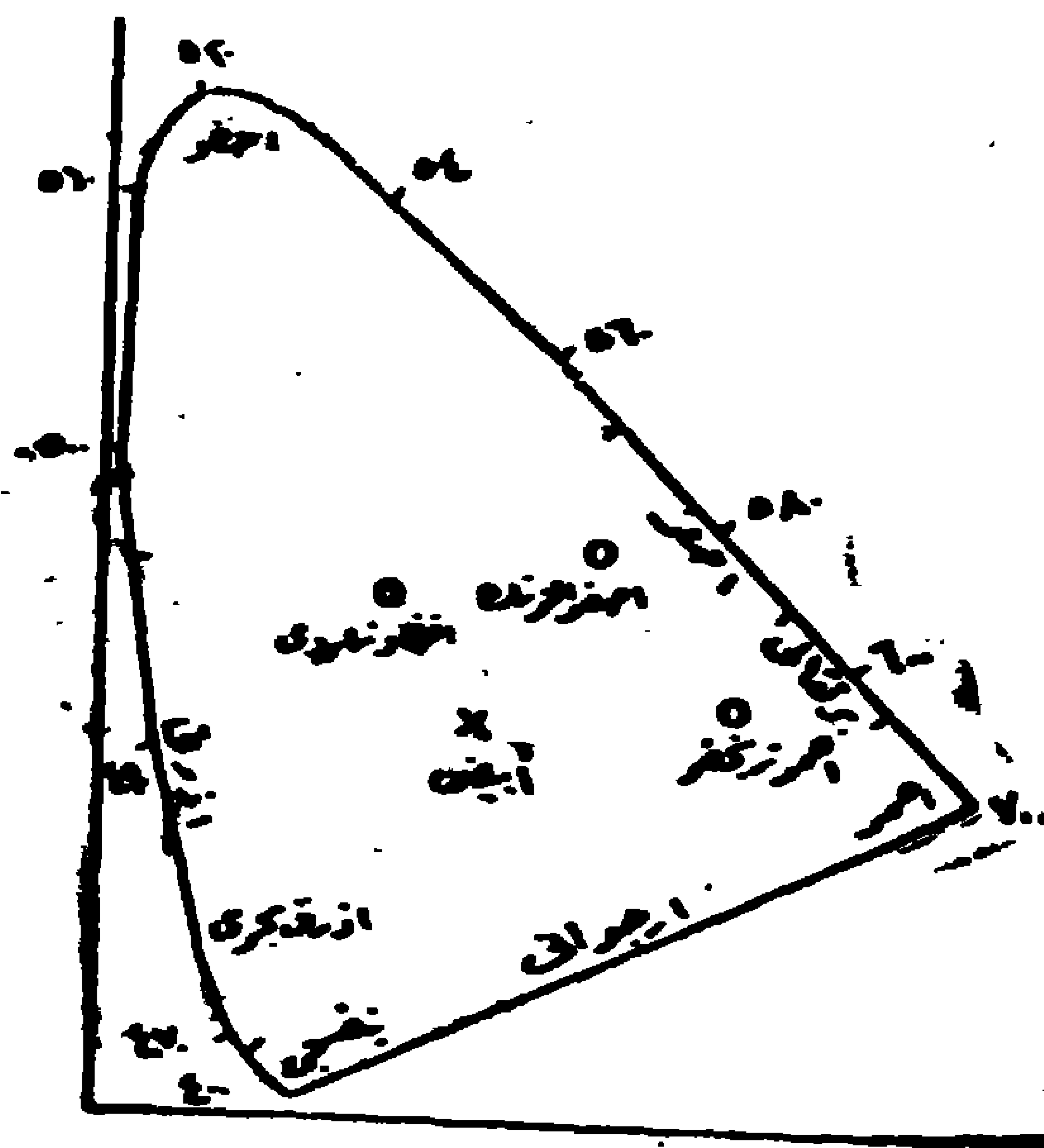
شـكل (٦٤)

شـكل (٦٣)

لطول امواجهـــا فقـــد تم بتقسيم مجموعة الوان الطيف الى ١٠٠٠ قسم متساوية ابتـــداء من الصفر عند النقطة (أ) وحتى ١٠٠٠ عند النقطة (ج) المبينة فى الشكل (٦٣) وبوصل النقطة (أ) بالنقطـــة (ج) فى وضع دائرى كمـــا فى الشكل (٦٤) يمكن التوصل الى الوضع الذى يسمح بالدراســـة العلمية والعملية للالوان .

نظـــرية (Colorin etre)

ان نظرية « رود » والتى هذبت بواسطة العلماء الذين أتوا من بعـــده قد أعطت الفرصة لميـــلاد دراسات جـــديدة وهى القياســـــات اللونيـــة (Colorimetrie) وفيه ترص الوان الطيف تبعـــا لطول امواجهـــا على طول خط منحنى على شكل مثلث تقريبـــا يمثل أحد رؤوســـه اللون الأحمر كمـــا يمثل الراسى الثانى اللون البنفسجى فى حين أن الرأس الثالث للمثلث وفيـــه يمثـــل اللون الاخضر تجـــده مستدير الشكل . ويلاحظ فى الشكل أن اللون الأبيض يقع فى مركز ثقل المثلث وأن النقـــاط التى تمثل الالوان المتكاملة تقع على خط مستقيم فى الناحية المقابلة على أن يمر بالنقطة الممثلة للابيض كمـــا فى الشكل (٦٥) .



شـــكل (٦٥)

مـــــزج الالــوان

مزج الالوان سواء كان اشعة ضوئيــة او مواد ملونة تتم باحــدى هاتين الطريقتين :

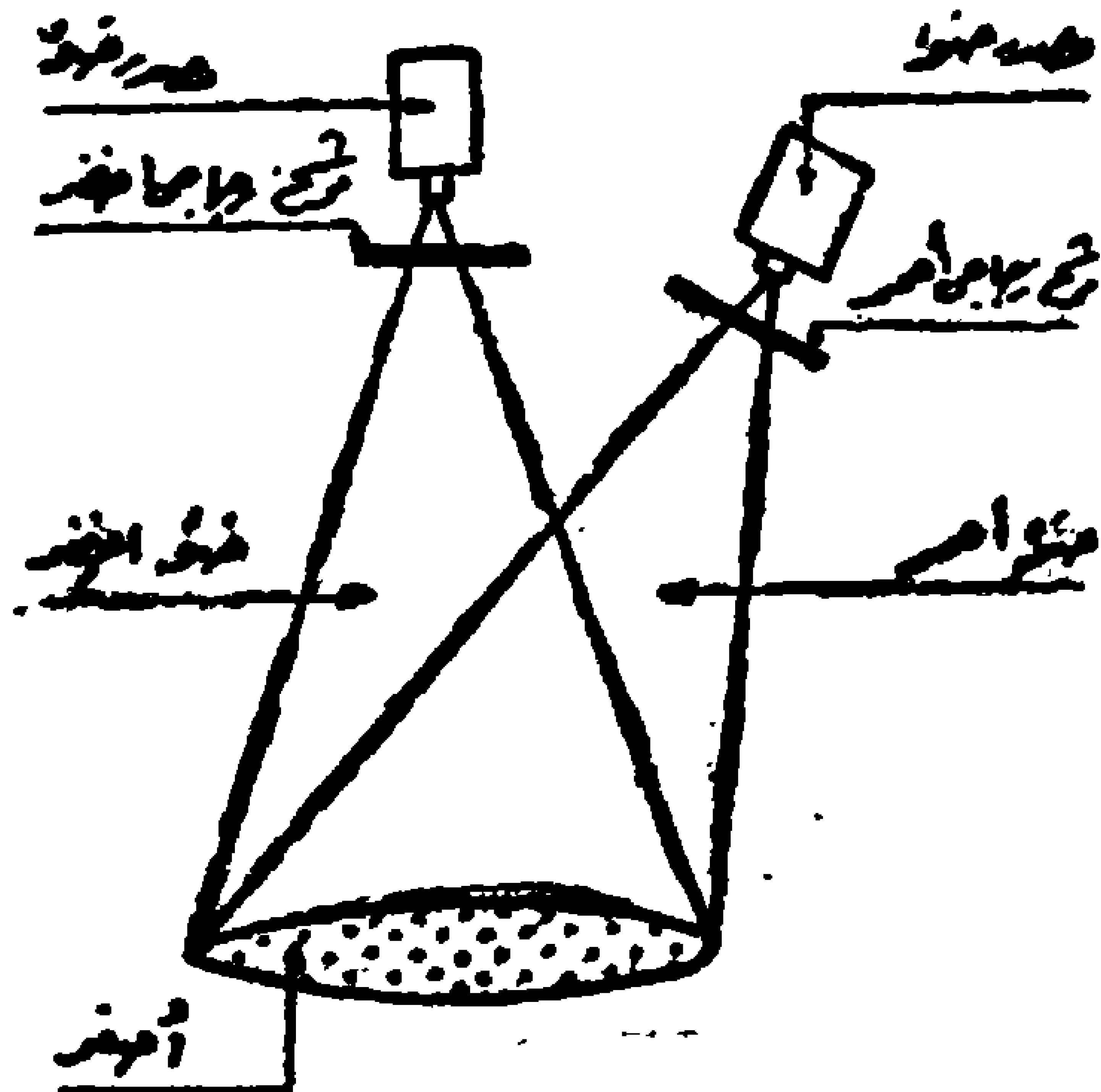
أ ـــ المــزج بالجمـــــع (Additive Colour Mixing)

ب ـــ المزج بالطــرح (Substractive Colour Mixing)

المــزج بالجمع او بالاضـــافة

اذا اسقط على لوحة بيضـــاء غير لامعة حزمة ضوئية من منبع ضوء موضوع امامه لوح زجاجي ملون (مرشح Filter) فان الضـــوء بمروره خــلال المرشح الزجاجي تجده يكتسب لون المرشح وينتج عن ذلك ظهور دائرة ضوئية بلون المرشح على اللوحة البيضـــاء .

وبالاستعانة بثلاثة منابع ضوء أمام كل منهـــا مرشح الأول احمـــر والثانى أخضر والثالث أزرق، وبتركيب كل اثنين من هذه الدوائر الضوئية الملونة الثلاث نحصل على الألوان الآتيـــة كما فى الشكل (٦٦) :



شــكل (٦٦)

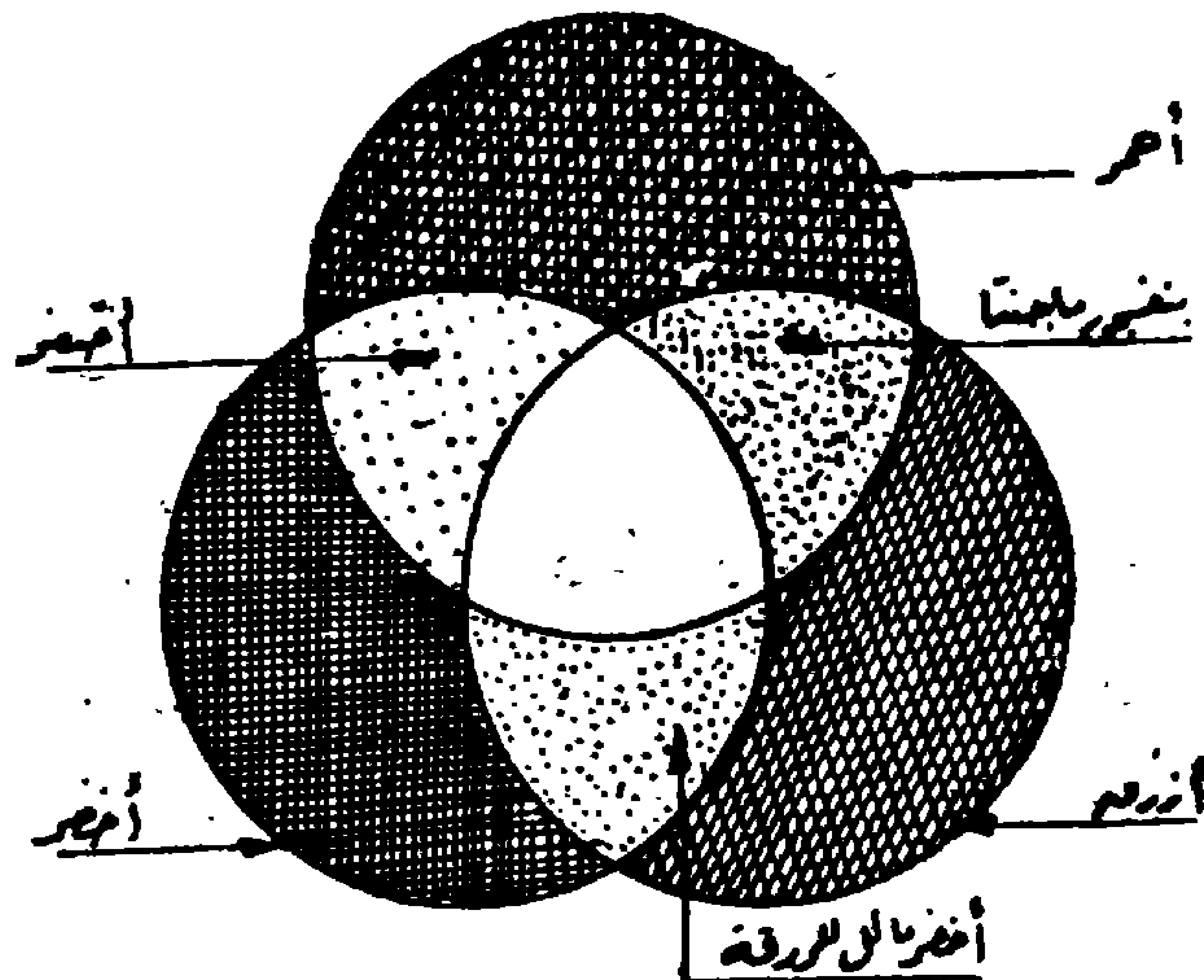
بتركيب الضوئين الاحمر + اخضر
نحصل على الضوء الأصــفر

بتركيب الضوئين الأخضر + الأزرق
نحصل على الضوء الأخضر مزرق (سيانيه)

بتركيب الضوئين الأزرق + الاحمــر
نحصل على الضوء البنفسجى (ماجنتا)

بتركيب الأضواء الثلاثة احمر + اخضر + ازرق
نحصل على الضوء الابيض

وهذا الخلط بالاضافة موضح بالشكل (٦٧) والالوان التى تم الحصول عليهــا بالخلط وهى الأصفر ، السيانيه والمــاجنتا تعرف بالالوان الثنائية (Secondary Colours) وانه لا يلزم استخدام منابع ضوئية للحصول على هذه الالوان فالصبغات يمكن ان تستخدم لتكوين هــذه الالوان وذلك عن طريق اختيار الصبغات التى يمكن أن تشعهــا ، فمثــلا الصبغة التى تستطيع أن تشع الأحمر والأزرق تظهر بلون المــاجنتا (البنفسجى) والتى تستطيع ان تشع الأحمــر والأخضر تظهر صفراء . وهــكذا .



شكل (٦٧)

المزج بالطــرح او النقصــان .

وهذه هى الطريقة الثانيــة للمزج وتستخــدم فى الصباغة او تكوين البويات أو البجمنت وينتج عنهــا نتائج تختلف الى حد ما عن طريقــة الخلط بالاضــافة ولكى نتفهم ذلك فعنــد وضع مرشحــين أمام مصــدر واحد للضوء كما فى الشكل (٦٨) احدهمــا تام الزرقة والآخــر تام الاحمرار نجــد أن الضوء عنــد مروره خلال المرشحين قد حــذف تماما تقريبــا فالمرشح الازرق قد امتص كل الاشعة الساقطة عليه عــدا اللون الازرق الذى امتصه المرشح الثــانى الاحمر اللون وبالتالى فاذا وضعنــا مرشحات ملونة بالالوان الثنائية وهى ماجنتا — أصفر — سيان الواحد فوق الآخــر امــام منبع واحــد للضوء فان نتيجة مزجهما مثنى مثنى سوف تختلف عن الحالة السابقة حيث تظهــر الالوان الاولية كالآتى :

فبتركيب المرشحين البنفسجى (ماجنتا) + الاصفر .

نحصل على الاحمــر

وبتركيب المرشحين الأصفر + السيانيه (أخضر مزرق)

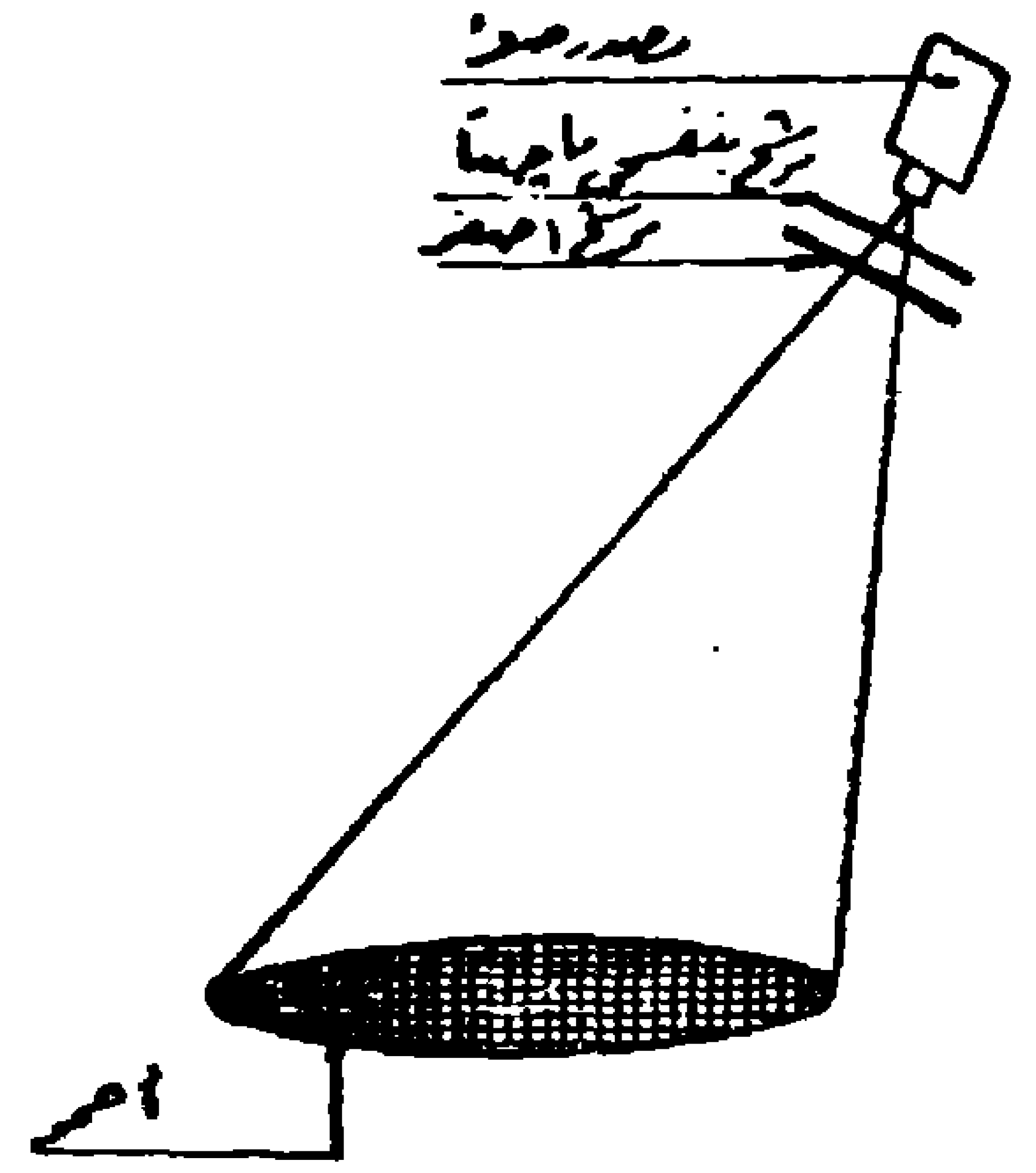
نحصل على الأخضر

وبتركيب المرشحين ســيان + ماجنتا (بنفسجى)

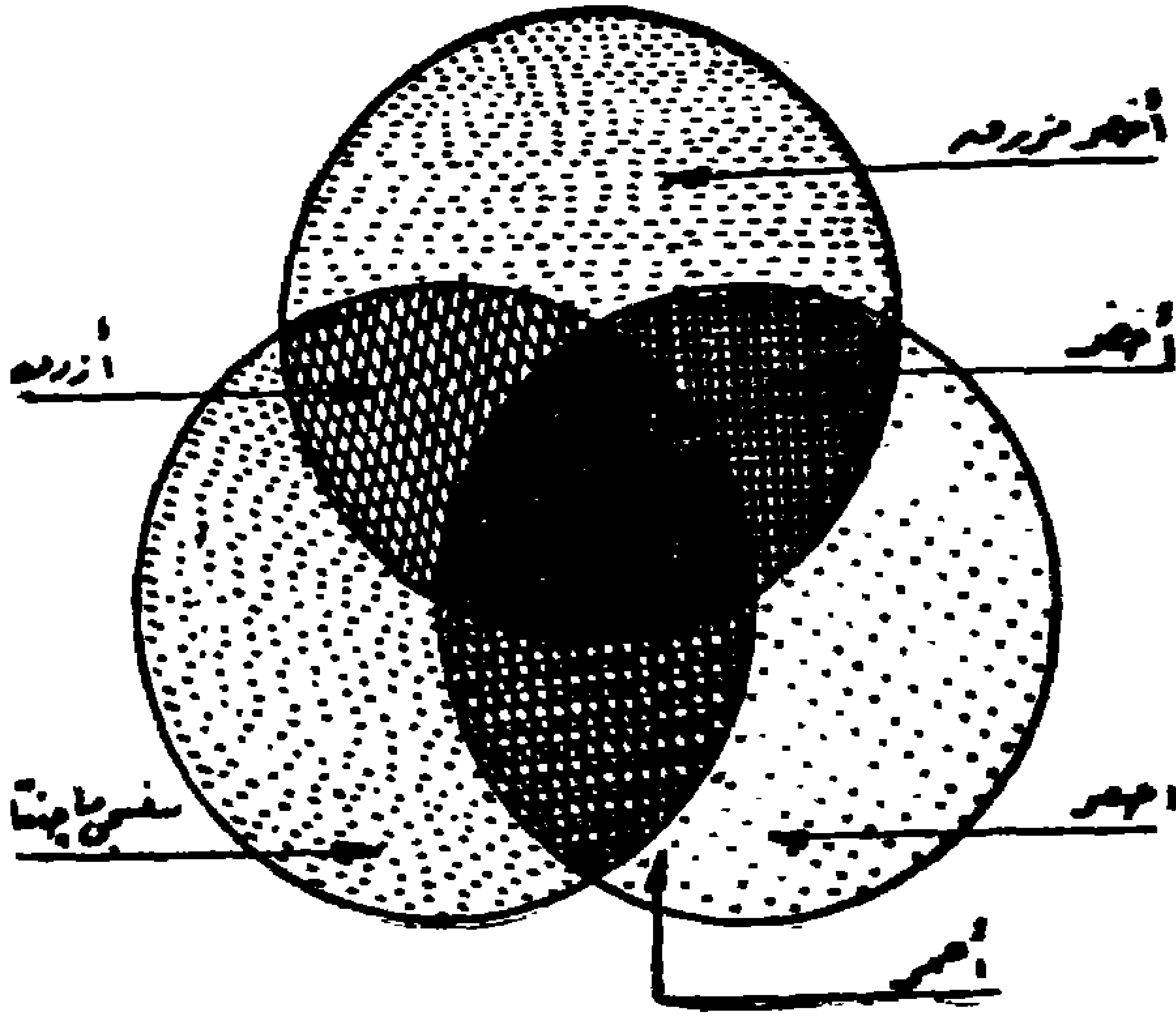
نحصل على الأزرق

وبتركيب الثلاثة مرشحات المــاجنتا والأصفر والســيان الواحد فوق الآخــر امام نفس المنبــع فان كل منهمــا يحجز الجزء الخــاص به من الاشعاعات الملونة من الضوء الابيض ويظهــر اللون الاسود والذى يعنى انعــدام الضوء .

ففى حالة المرشحين الماجنتا والأصفر والذي نتج عنهما اللون الاحمر نجد أن كل مرشح قام بدوره وامتص كلَ الاشعة ما عدا الخاصة بلونه فبقيت الأشعة البنفسجية (الماجنتا) التى تمر على المرشح الأصفر ويظهر اللون الاحمر وبالمثل للحالات الأخرى وهذا ما يسمى بالمزج بالطرح أو النقصان كما هو موضح فى الشكل (٦٩) ·



شكل (٦٨)



شكل (٦٩)

والجدول الآتى يبين الأشعة المنعكسة والممتصة لكل لون من الألوان الثنائيــة .

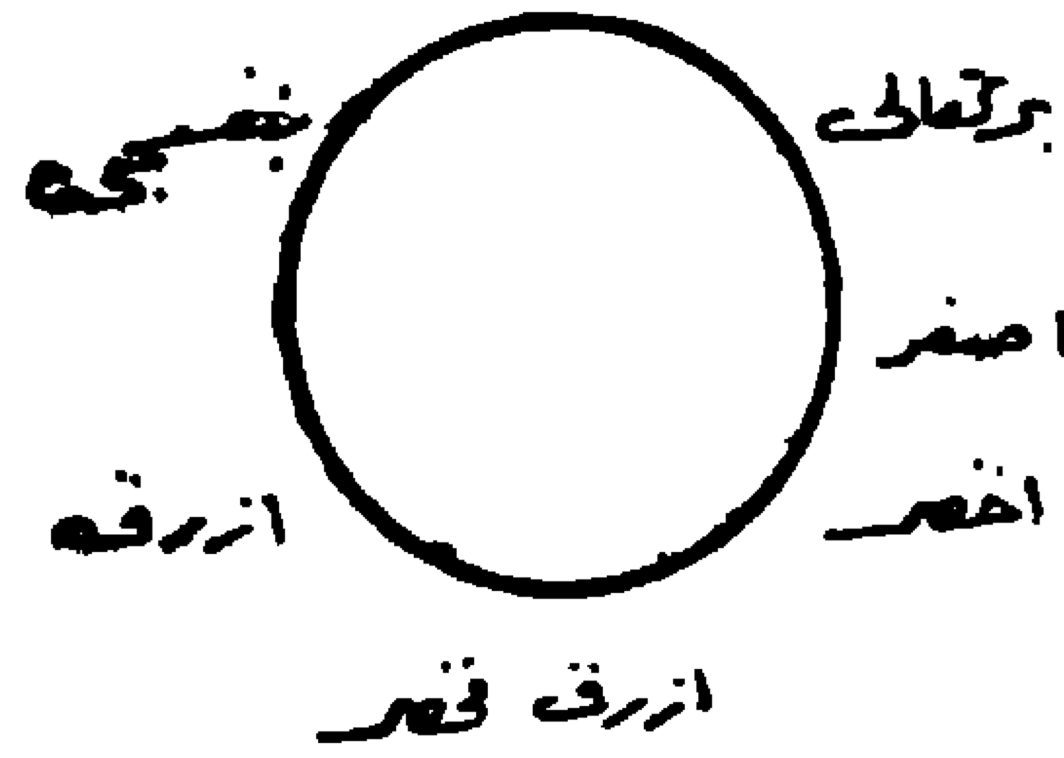
اللون المرئي	الأشعة المنعكسة	الاشعة الممتصة
ماجنتا (بنفسجى)	أزرق وأحمر	اخضر
اصفر	احمر وأخضر	أزرق
سيان (أخضر مزرق)	أخضر وأزرق	أحمر

أما عند خلط الألوان الثنائيــة فينتج الألوان الأولية كما فى الجدول (٩)

جدول (٩)

الخلط	الاشعة المنعكسة « اللون المرئى »	الاشعة الممتصة
ماجنتا (بنفسجى) + اصفر	أحمـــر	أخضر + أزرق
اصفر + سيان (أخضر مزرق)	اخضـــر	أزرق + أحمر
ســيان + ماجنتـــا	ازرق	أحمر + أخضر
ماجنتـــا + أصــفر + سيان	أسـود	أحمر + أخضر + أزرق

ويخلط كميات مختلفـــة من واحـــد او اكثر من الالوان الثنائية يعطى مدى من الالوان الوسيطة ، فمثـــلا ، عند خلط اللون ماجنتا (بنفسجى) مع قليل من الاصفر يعطى اللون البرتقالى وكذلك اللون ماجنتا مع قليل من الســـيان يعطى اللون البنفسجى المحمـــر ويمكن تمثيل ذلك بالدائرة اللونيـــة شكل (٧٠) .



شـكل (٧٠)

وتشمل هذه كل الوان الطيف وايضا مخلوطات من الأحمر والبنفسجى (بربل Purple) والتى لا تظهر فى الوان الطيف .

ويمكن تعكير أو تعتيم أى من هـــذه الالوان باضافة نســـبة ضئيلة من اللون الأســـود والذى ينتج عنـــه لون ثلاثى (Tertiary Colours) وحيث أن الثلاثة الوان الثنائية تكون الأسود وبالتالى فان اضافة واحـــد او اكثر من هـــذه الالوان الثنائيـــة يحدث التعتيم المطلوب كالاتى :

اللون المرئى	والذى ينتج من خلط	الوان التعتيم	اللون النهائى
احمـــر	ماجنتا + اصفر	ســيان	مـــاروں
اصــفر	اصـــفر	سيان + ماجنتا	بـــنى
أخضـــر	أصفر + سيان	ماجنتـــا	زيـــتى
أزرق	سيان + ماجنتا	صـــفر	كحـــلبى

والجدول (١٠) يبين الاحساس اللونى الذى ينتج فى العين نتيجة مزج شعاعين ضوئيين بسيطين وهما كالاتى (أنظر الصفحة التالية) :

تكامل الألـــوان

عند التكلم عن ميكانيكية احساس العين بالالوان ذكرنا ان سطحـــا ما بلون أحمر مثـــلا ، يتعرضه الضوء الابيض فانه يعكس الى أعيننا اشعاعات الضوء القادرة على اثارة مجموعة الاعصاب على شـبكية العين التى تعطينا الاحساس باللون الاحمـــر كمـــا يمتص هـذا السطح باقى الاشعاعات التى لم يقم بعكســهـــا الى العين وان لون مجموعة باقى الاشعاعات هذه التى امتصت يقـــال انه مكمـــل للون الشـــعاع الذى انعكس من السطح وعليه فان أى اشعاعين متكاملين لونيا بتأثيرهما فى وقت واحد وبنسب معقولة على العين فانهمـــا يعطيان الاحساس بالضوء الابيض .

كذلك ينص علم الطبيعة على ان الضوء الابيض عندما يخترق مرشحا زجاجيـــا بلون ما فان الضوء ينفذ من المرشح بلون مكمل للون الضوء الذى امتصه هذا المرشح .

اما بالنسبة للمواد الملونة الاوليـــة وهى : الاحمر والازرق والاصفر

جـدول (١٠)

		شعاع ضوئي				
		بنفسجي	ازرق نيلي	ازرق	اخضر مزرق	اخضر
شعاع ضوئي	احمر	ارجواني	وردي غامق	وردي فاتح	أبيض	اصفر فاتح
	ترتقالى	وردي غامق	وردي فاتح	أبيض	اصفر فاتح	اصفر
	اصفر	وردي فاتح	أبيض	اخضر فاتح	اخضر فاتح	اصفر مخضر
	اصفر مخضر	أبيض	اخضر فاتح	اخضر فاتح	الخضر	
	اخضر	ازرق فاتح	أزرق مخضر	ازرق مخضر		
	اخضر مزرق	ازرق	أزرق			
	أزرق	ازرق نيلي				

فانه بمزج الاحمر بالازرق فاننا نحصل على لون ثانوى هو اللون البنفسجى وأن هــذا اللون البنفسجى هو اللون المكمل للون الثالث الاولى الذى هو الاصفر ، وبنفس الطريقة يمكن الحصول على اللون المكمل للون الاحمــر وذلك بمزج اللونين الاوليين الازرق والاصفر فينتج اللون الاخضر وكذلك بالنسبة للون المكمل للون الازرق وهو البرتقالى الذى ينتج من مزج الاحمر الاصــفر .

وبذلك يمكن تلخيص « ان المواد الملونة الثانوية التى نحصل عليهــا بمزج اى مادتين ملونتين اوليتين هى الوان مكملة للون الثــالث من مجموعة الالوان الاوليــة الثلاثة » .

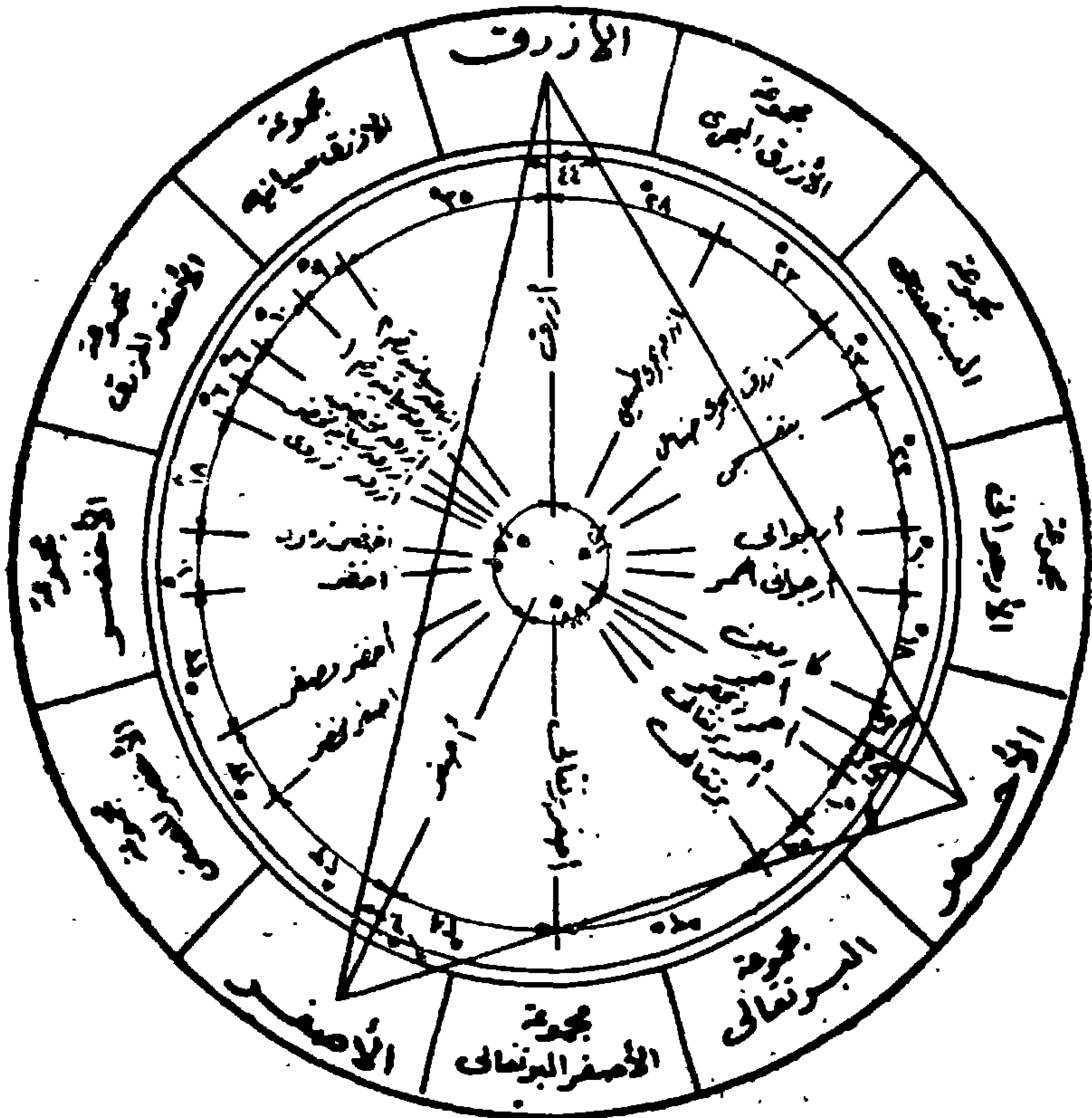
وبالنسبة للرماديات عامة فيمكن تكوينهــا بمزج أى لونين متكاملين : مثل الاحمــر والاخضر — والاصفر والبنفســجى — البرتقالى والازرق — الاحمر البرتقالى والازرق المخضر ... الخ .

وانه لجــدير بالملاحظة انه بمزج هــذه المواد الملونة المتكاملة لا ينتج الرمادى الحيادى بل النتيجة تختلف بعض الشىء فاحياننا نحصل على رمادى مائل للبرودة مثل الرمادى الفيرانى واحيانا نحصــل على الرماديات الدافئة مثل الرمادى البيقى .

واننــا بالرجوع الى الدائرة اللونية العلمية شكل (٧١) نجــد أن كل مجموعة من الالوان الطيفية موضوعة مواجهــة لمجموعة مكملاتهــا — بمعنى ان كل لون أو كل مجموعة لون نجدهــا موضوعة على الطرف الثانى للقطر الواقع عليــه لونه المكمل — هــذا الوضع بسيط سهــل تذكرة وليس فقط بالنسبة للالوان الاولية الثلاث ولكن يسهل تذكرة ايضــا لكل الالوان المتوسطة الممكن فرضهــا .

فمثلا نرى اللون الاصفر يقع مقابلا وعلى نفس القطر مع الازرق البحرى، وعليه فهما لونان متكاملان ولكن يمكن لهـذا الاصفر أن يكون مكمـلا للبنفسجى أو الازرق حسب ما يكون هـذا اللون الاصفر اما أصفر مخضر أو أصفر مائلا للبرتقالى .

كذلك نرى أن الاحمر مكمل للازرق المخضر ولكن هـذا الاحمـر فهـو بحسب ما يكون أحمرا قرمزيا فيصـبح مكملا للازرق الزمردى أو أن يكون أحمرا برتقاليـا فيصبح مكمـلا للازرق المخضر وقـد أعطى (رود) فى دياجرام الالوان المتباينة أزرقا مخضرا كمكل للاحمـر زنجفـر كمـا أعطى (رود) الارجوانى الاحمر كمكمل للاخضر الزمردى .



شـكل (٧١)

وأما اللون البرتقالى يمكن ان نجـد مكمله فى الازرق الذى يكون فى هذه الحالة أزرق أى أزرق مائلا للاخضرار طالما البرتقالى مال الى الحمرة .

ان دائرتنـا العلمية للالوان تعطينا فكرة دقيقـة عن تكامل الالوان ، واننـا نلاحظ انه كلمـا مال اللون الساخن الى البرودة كلما كان لونه يميل عكسيا الى السخونة .

الالوان السـاخنة (الدافئـة) .

والالـوان البـاردة

حقيقة نجـدهـا فى معظم اللغات أن الالوان الحمراء والبرتقالية تسمى ألوانا ساخنة أو دافئة والالوان الزرقاء والقريبة من الزرقاء تسمى الوانا باردة وهـذه التسمية ربمـا لان الالوان الحمراء والبرتقاليـة هى الوان النار والـدم وكلاهمـا مصدر للحرارة والدفء اما الالوان الزرقاء والالوان القريبة منهـا فقد سميت الوانا باردة ربمـا لأن السماء والميـاه وكلاهمـا مصادر برودة نجـد الوانهمـا تميل الى الزرقة .

والسؤال الآن : هل توجـد علاقة فسيولوجية أو بسيكولوجيـة ـ يحسها الانسـان ـ لهـذه الحقيقـة اللغوية ؟

فى الواقع ، هذه الالوان الحمراء والبرتقالية تعطى لنـا الاحساس بالدفء والسخونة اما الالوان الزرقاء والقريبة منهـا فتعطى الاحسـاس بالبرودة وقد ذكرت أمثلة صحيحة لمصانع بالخارج كان يشكو العمـال فيها من برودة الصالات المطلية باللون الأبيض أو الازرق المخضر واذ بنـا نجـد هؤلاء العمـال فى حالـة نفسية طيبـة بطلاء نفس هـذه الحوائط باللون الكريم البرتقـالى .

وقد حاول بعض الباحثين معرفة ما اذا كان لهـــذا الاحســـاس بالحرارة أى تأثير فسيولوجى أو أنه احساس سيكولوجى محض . وقـد برهنت التجـــارب انـــه لا يوجـــد بوضوح أى أرتباط بـين الاحســـاس الفسيولوجى بالحـرارة واللـون وان الاحســـاس السيكولوجـى بالبـرودة والسسخونة موجدة فعـلا لا جدال فى ذلك لكنـه خارج عن كل التغيرات الحرارية الفسيولوجية للشخص .

ولندرس الآن منـــاطق وحـــدود كل من الألوان الساخنة والالوان البـــاردة فى الدائرة اللونية . فقـــد ذكرنا عند التكلم عن ترتيب الالوان للعـــالم رود انه يترتب الالوان فى وضع خطى بطريقة تتطابق مع أطوال امواجهـــا ، ثم بتقسيم المسافة بين أولها عند النقطة (أ) وآخرها عند النقطة (ج) الى ١٠٠٠ قسم متساوى ثم بوصل أ بالنقطة ج فى شكل دائرى نكون قد توصلنـــا الى الوضع الذى يسمح لنـــا بالدراسة العلمية والعمليـــة للالوان .

فبالرجوع الى شكل (٦٤) اذا مارسمنا خطا أفقيـــا وهو فى الوقت نفســـه يكون عموديا على محيط الدائرة من النقطة أ ج فاننـــا نلاحظ أن هذا الخط يمر بالضبط بمركز الدائرة م ويمتـــد فيقطع المحيط فى نقطـــة عند التدريج ٥٠٠ وهذه النقطة حيث ينتهى الاصفر عند النقطة ٤٩٨ وحيث بدأ الاصفر المخضر يسجل درجتين هما ٤٩٩ ، ٥٠٠ على التقســـيم . هـــذا التحديد الدقيق ابتداء من النقطة ٥٠٠ الى النقطة صفر عند (أ) يدل على المكان المخصص حيث الأمواج الاطـــول التى تعطى الاحســـاس بالألوان الساخنة وابتداء من النقطة ٥٠٠ الى النقطـــة ١٠٠٠ عند (ج) يدل على المكان المخصص حيث الامـــواج الاقصر فالاقصر التى تعطى الاحساسات بالاوان البـــاردة .

الفصـــل الثـــالث

القيـــاس الضـــوئى للألـــوان

COLOUR MEASURMENTS

يعـــين تركيز الألوان عـــادة باستخـــدام أجهـــزة الاسبكتروفوتوميتر (Spectrophotometer) أو الكلروميتر (Colouromenter) وذلك عن طريق قياس الضوء الذى ينفـــذ من المحلول أو الذى ينعكس من المنسوج ويؤثر على الخليـــة الكهروضوئيـــة (Photocell) . وتتم معـــايرة هذه الأجهزة قبل الاستخدام بتدريجهـــا (Calibration) مع محاليـــل تحـــكم أو ضـــبط للمـــادة (Control Solution) المطلوب اختبارهـــا ذات تركيزات معروفة ويستخدمها فى هذا النوع من القياســات ضــوء وحيد الموجة (Monochromatic) أو حزمة ضوئية محدودة والجهـــاز مزود بمفتاح لتغيير طول الموجة وبالتالى يمكن اختيـــار طول الموجة المناسب للون المختبر والجدول الاتى يبين الاجزاء الاساسية فى جهـــاز سبكتروفوتوميتر كالآتى :

١ ـــ مصـــدر ضوئى	(Light Source)
٢ ـــ مونوكروميتور	(Mono chromator)
٣ ـــ حـــامل العينـــة	
٤ ـــ خليـــة ضوئيـــة	(Photo cell)
٥ ـــ مـــكبر	(Amplifier)
٦ ـــ جهـــاز بيـــان	(Indicator Device)

شكل (٧٢)

والمونوكروميتور هو المسئول عن مرور جزء من الضوء له طول موجى معين وهو يتكون من منشـــور فى معظم الأجهـــزة . ويسقط الضـــوء من المونوكروميتور على العينة المراد قياسها او العينة القياسـية فتستقبل الخلية

الضوئية الجزء المنعكس بواسطة العينة من هـذا الضوء لتحوله الى طاقة كهربائية ، والتيـار المتولد عادة يكون ضعيفا ولذلك يمر على وحدة تكبير (Amplifier) ومنهـا الى جهاز البيـان ليمكن قراءته أو تسجيله .

نظريـة القيـاس الضوئى

عند سقوط شـعاع وحيد الموجة او حزمة ضوئية على وسط متجانس فان جزء من الضوء الساقط سوف ينعكس وجزء آخر سوف يمتص بواسطة الوسط أما الجزء الباقى فينفـذ كمـا فى المعـادلة :

$$I_o = I_a + I_t + I_r$$

حيث أن I_o هو كثافة الشعاع السـاقط

I_a هو كثافة الشعاع الممتص

I_t هو كثافة الشـعاع النـافذ

I_r هى كثافة الشـعاع المنعكس

ففى حالة المحاليل الملونة الصافية نجـد أن نسبة الجـزء المنعكس من الشعاع الساقط ضئيل جدا ويمكن اهمـاله وتصبح المعادلة كالآتى :

$$I_o = I_a + I_t$$

اما فى حالة الأقمشـة الملونة فان نسبة كل من الجزء الممتص والنـافذ من الشـعاع ضئيل جدا ويمكن اهماله وبذلك تصبح المعادلة كالآتى :

$$I_o = I_r$$

وعند قياس محاليل ملونة يستخدم عادة محلـول مذيب قياسـى مثـل المـاء او الكحول وفى هـذه الحالة تكون كثـافة الضوء الساقط مسـاوية لكثافة الضوء النـافذ كمـا فى المعـادلة :

$$Io = It$$

ولقـد بنيت الأسس النظرية للقياس الضوئى على قانون لكل من لامبرت عام ١٧٦٠ (Lambert) (*) وبيـر عام ١٨٤٥ (Beer) (*) والذى ينص على أن « امتصاص الضوء أثناء مروره فى أى وسط يتناسب مع عـدد الجزيئات المـاصة فى خط سيره » .

والشكل الرياضى لهـذا المنطوق هو :

$$\text{Log}\,\frac{Io}{It} = \epsilon lc$$

حيث أن Io ، It هما شدتا التيـار الداخل والخارج من الوسط المطلوب

e ثابت ويسمى (Molar Extinction Coefficient)
وهو ثابت لكل جزىء عند اى طول موجى ويمثل الكثافة الضوئية لسمك اسم للوسط الذى يحتوى على جزىء واحد من المـادة المختبرة
(Imole / Litre)

l سـمك وسط الامتصـاص

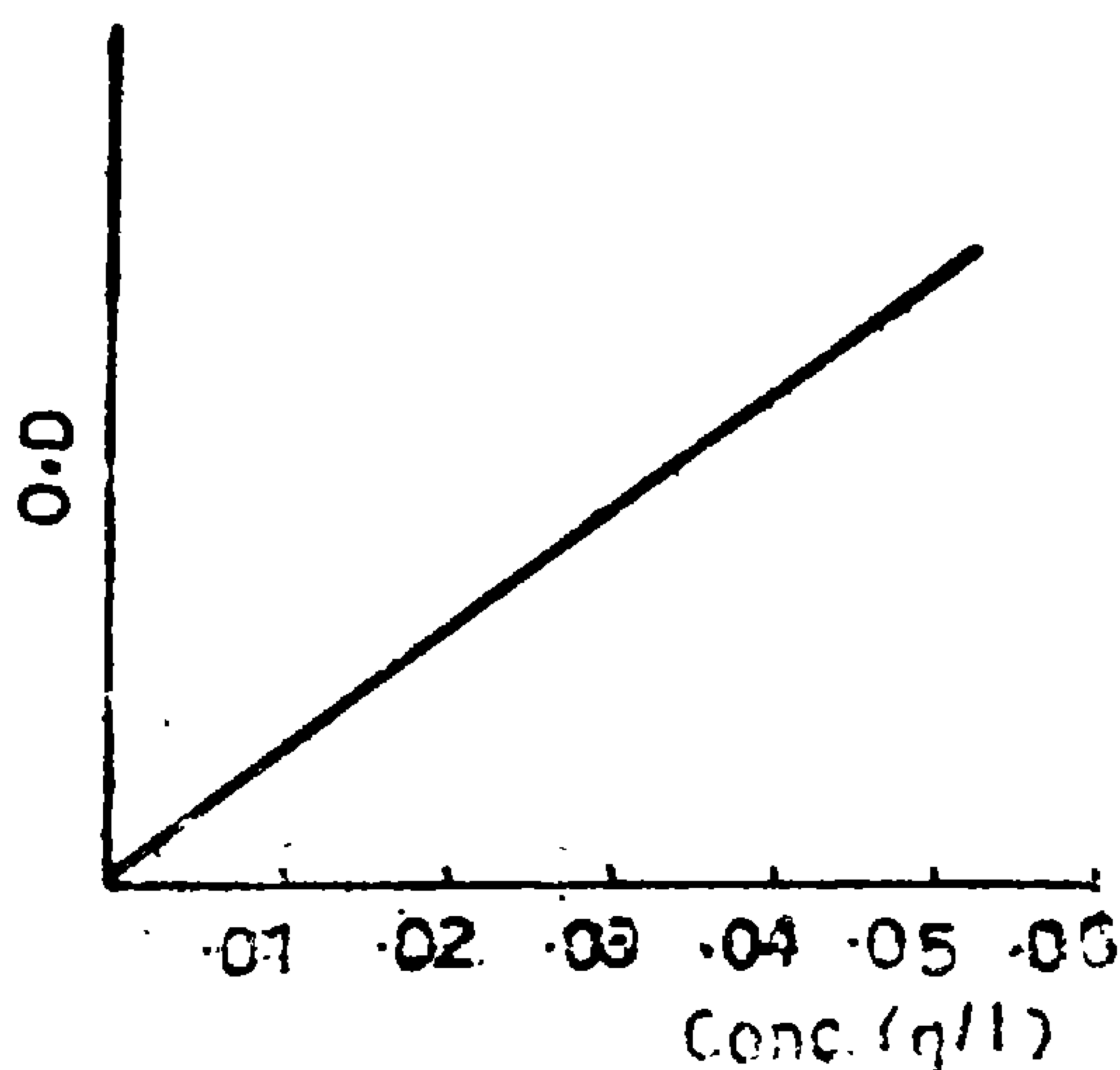
C التركيز الجزيئى (Molar Concentration) للمادة الماصة للضـوء المـار .

أما $\text{Log}\,\frac{Io}{It}$ فهو القيـاس العملى المناسب للامتصـاص ويعـرف بالكثـافة الضوئيـة (Absorbance (A) او (Extinction (E) او

(*) A Text. Book of Quantitative Inorganic Analysis, Arthur. Vogel, Longmans (1962) Chap X, P. 738.

وتعـــاير اجهزة الامتصاص الضـــوئى عادة بقيـــاس Optical Density (D) الكثافة الضوئية (D) او نسبة الضوء النافذ (% Light Transmission)

اى $\frac{100\ It}{Io}$ مع تركيز الصبغـــة للحصـــول على المنحـــنى القيـــاسى (Standard Curve) كمـــا فى الشكل (٧٣) .



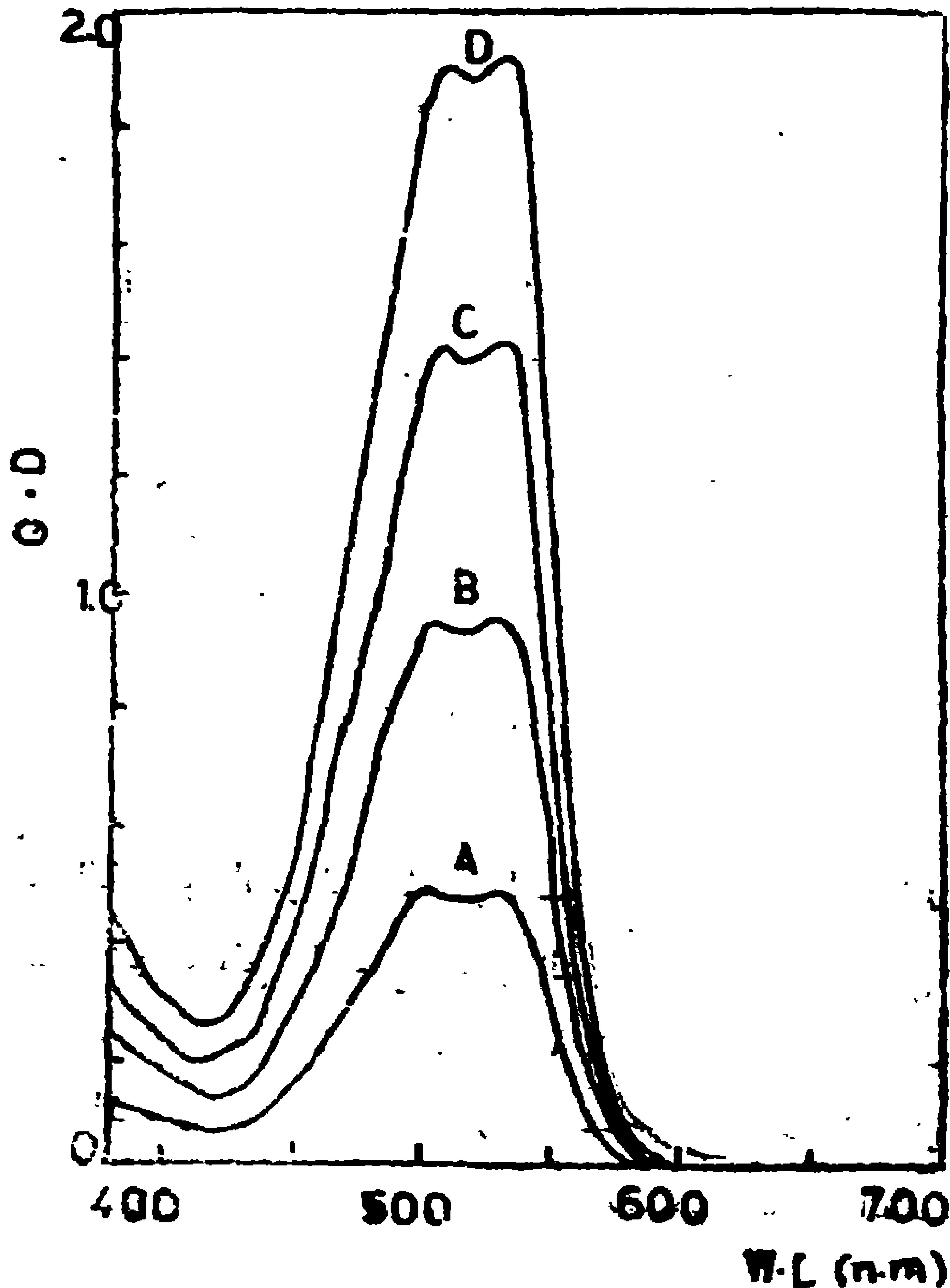
شـــكل (٧٢)

وللحصول على درجة عالية من الانضباط فانه يفضل اختيار محاليل مخففـــة تعطى كثـــافة ضوئية فى المنطقة بين ٣ر. ـــ ٦ر. عند طول الموجه المنـــاسب للون المخـــتبر .

اهميـــة اختيـــار طول الموجـــه المنـــاسب

يبين الشكل (٧٣) منحنيات الامتصاص الضوئى لاربعة محاليل لصبغة حمراء ذات تركيزات متدرجة فى الزيادة ويوضح المنحنى الكثافة الضوئية عند اى طول موجة للطيف المرئى وسوف نرى أن الكثـــافة الضوئية عند أى طول موجه يتناسب حقيقيا مع التركيز ، ولكن الاكثر وضوحا أن الاختلاف المبين فى الكثافة الضوئية يقع فى منطقة الطيف بين ٥٠٠ ـ ٥٥٠ مليميكرون

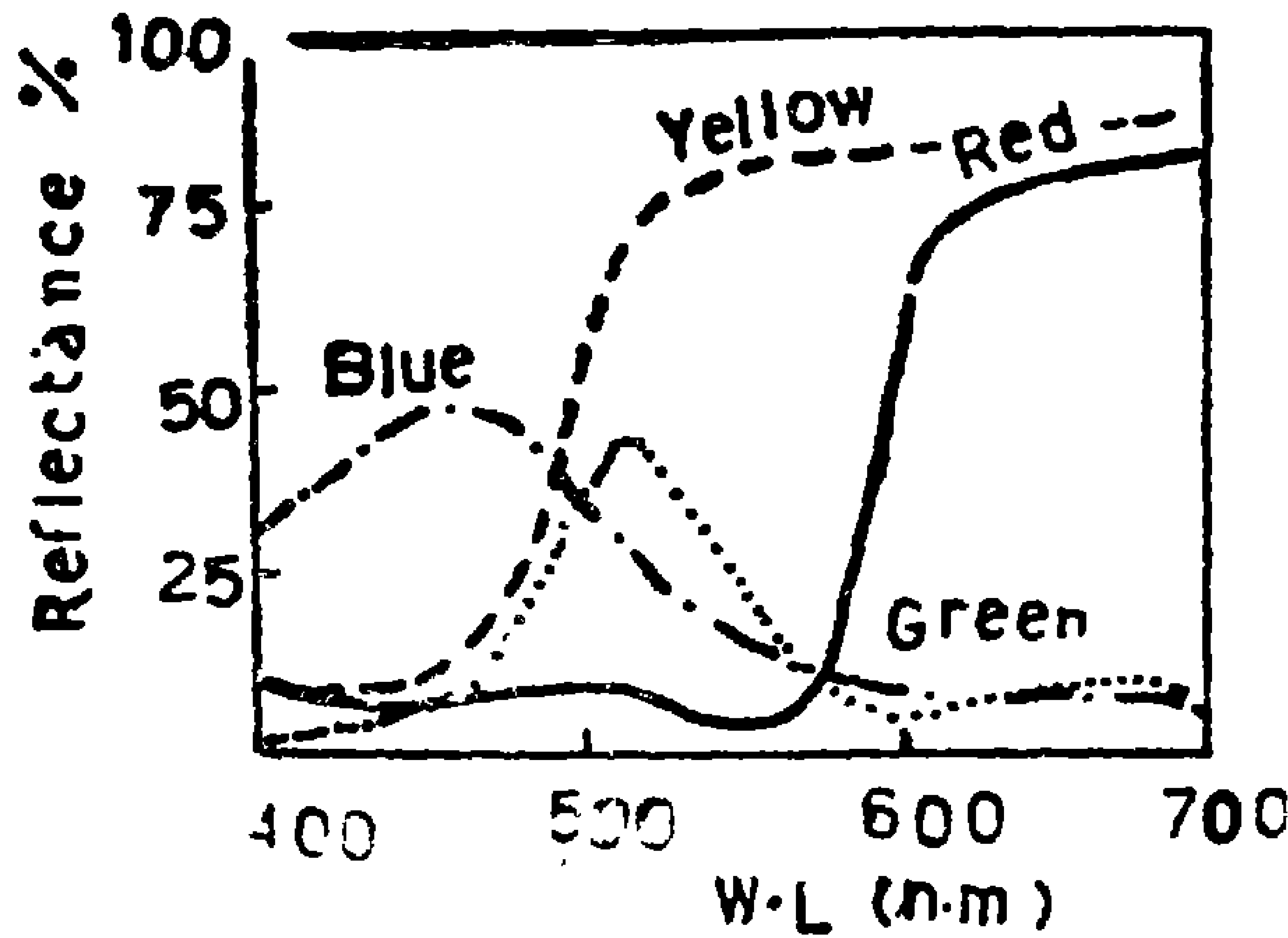
اي بالقرب من المنطقــة التي يقع فيهـــا اعلى امتصاص ـــ والقراءة هنـــا تعني أن القيـــاس يقع في مجال الأشـعة الخضراء ـــ وواضح ان استخدام اي اشـعة اخرى سوف تعطى نتـــائج غير مرضية فمثـــلا الأشـعة أزرق ـــ بنفسجي والتي تمتد من ٤٠٠ ـــ ٤٥٠ مليميكرون سوف تعطى قراءات منخفضة اما الأشـعة البرتقالية والحمراء (٦٠٠ ـ ٧٠٠ مليميكرون) سوف لا تعطى قـــراءات نهائيـــا لان فـــي هـــذا المجـــال ليست هنـــاك أشـعة تمتص بواسطة المحاليل لذلك فانه يفضل اختيـــار طول الموجة المناسب لكي تعطى اقصى امتصاص للصبغة ويحتوى على اقل اشـــعة تنفـــذ من المحلول ، ومثل هـــذا اللون يقـــال عنه المكمل (Complementary) لتلك الصبغة .



شـكل (٧٣)

اما بالنسبة لقيـاس الوان المنسوجات فيؤخذ فى الاعتبـار الاشـعة المنعكسة فقط من الضوء باعتبار ان المنسوج لا يسمح بنفـاذ الضوء وينتج منحنى الانعكاس (Reflatance Curve)

ويرسـم الانعكاس الطيفى (Spectral Reflactance) مع طـول الموجة وهـذا يمثل احدى الصفات الاساسية للاصباغ وفى الحقيقـة فان قياس الالوان يعنى قياس منحنى الانعكاس وذلك لوجود علاقة بين درجة الانعكاس وتركيز الصبغة . والشكل (٧٤) الاتى يمثل منحنيـات الانعكاس للألوان الأصفر والأحمر والأزرق والاخضر ٠



شـكل (٧٤)

وتعتمد الخواص الفيزيائية للون المنسوج على التوزيع الطيفى لطاقة الضوء المنعكس من سطح المنسوج الامر الذى يعتمد على منحنى انعكاس السطح الملـون وكذلك على الطاقة المنبعثـة من مصدر الضوء المستعمل ، وحيث أنه من المـألوف مضـاهاة الالوان باستخدام ضوء النهـار العادى فيستعمل عـادة (North sky light) فى مضـاهاة الوان الصبغات .

وتوزيع الطـاقة (Energy Distributich) فى ضـــوء النهـــار العـــادى يأخذ الكثر من شكل لذلك فقـــد ابتكرت مصـــادر ضوء صناعيـــة تعطى توزيعـــا ثابتا للطـــاقة الضوئية . ولهـــذا فقـــد اختارت هيئـــة Commission Internationál d'Eclerage (C.I.E.) فى عـــام ١٩٣١ ثـــلاثة مصادر ضوئية تستعمل فى قياس الألوان كالآتى :

١ - مصـــدر الضـــوء ا (C.I.E. Standard Source A)

وهو يمثل بضوء تنجستين ويتكون من لمبـــة تنجستين تعمل عند درجة حرارة لونيـــة قيمتهـــا ٢٨٥٤ كلفـــن .

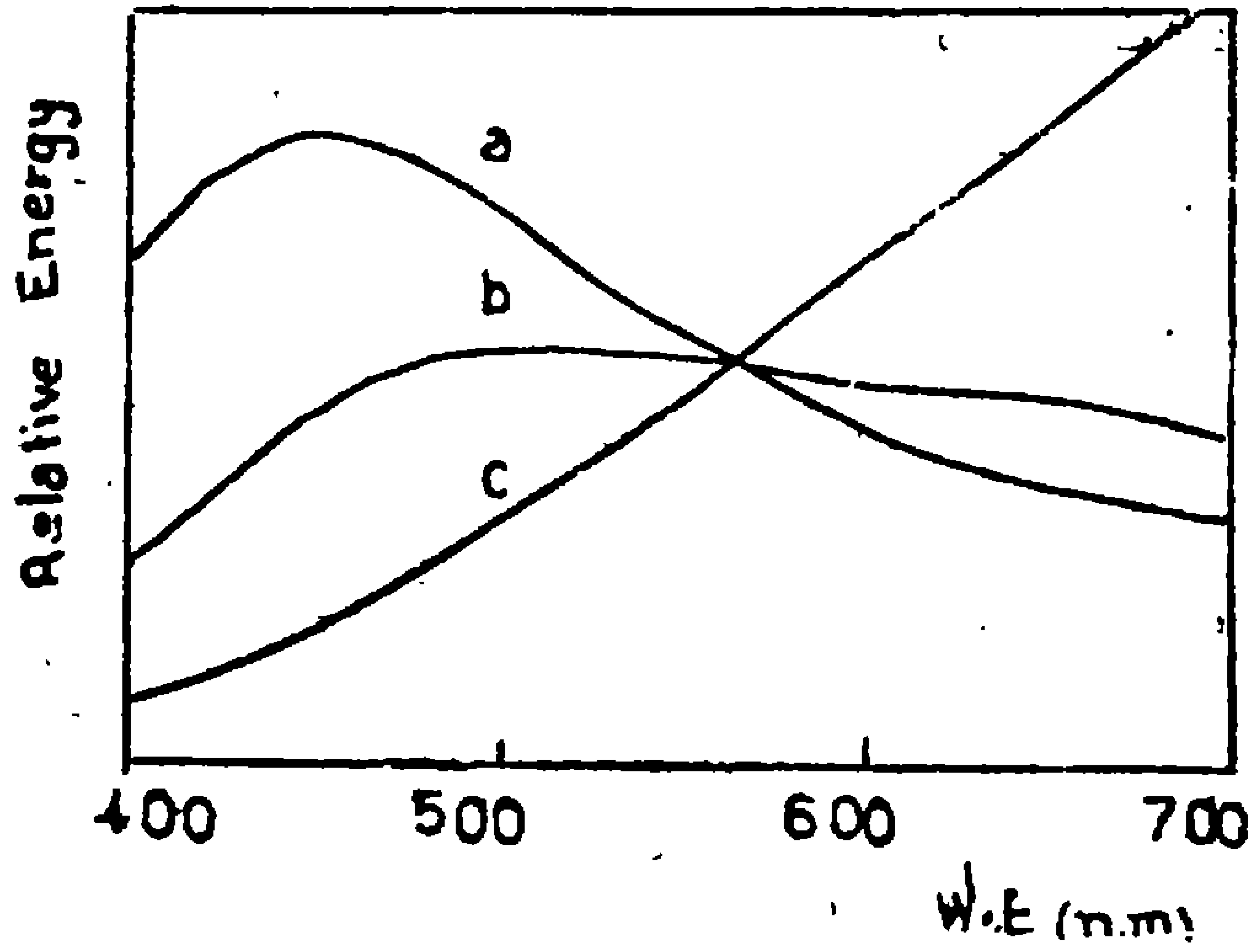
٢ - مصـــدر الضوء ب C.I.E. Standard Source B

وهو يمثـــل ضوء الشمس المباشر ويتكون من مصدر الضوء ا ومرشح ضوئى Davis - Gibson B-Filter وهو يعطى درجة حرارة لونية قيمتها ٤٨٧٠ كلفن .

٣ - مصدر الضوء ج CIE Standard Source C

وهو يمثل ضوء النهـــار العادى ويتكون من مصدر الضوء ا ومرشح ســـائل Davis - Gibstn C-Filter وهو يعطى درجـــة حرارة لونيـــة قيمتهـــا ٦٧٧٠ كلفن تقريبـــا .

ويبين شـــكل (٧٥) التوزيع الطيفى لكثافـــة طاقات الضوء الثـــلاثة الســـابقة .



ويبين الشكل (٧٥) العلاقة بين الطاقة النسبية وطول الموجة

حساب تركيز الصـــيغة المستعملة باستخدام الاسبكتروفوتوميتر

تستخدم الاجهزة الضوئية للحصول على منحنـــى الانعـــكاس لاى عينـــة وذلك برسم العلاقة بين درجة الانعكاس والطول الموجى ويستخدم هـــذا المنحنى للتنبؤ بتركيبة حمام الصـــباغة وايجـــاد القوى اللونية للصبغـــة المستعملة وكذلك تحديد الصبغة فى العينـــات او تركيز مخلوطاتهـــا ان كانت العينة مصبوغة من عدة الوان (او صبغات) ويمكن ايضـــا مقارنة منحنى الانعكاس هـــذه بمنحنيات الانعكاس الاخرى للتركيزات المختلفـــة للصبغـــة نفســها او البديلة لهـــا ، ويرسم منحنى الانعكاس عند طول

موجى واحد وهو الذى يكون فيه درجة الامتصـــاص العظمى (Maximum Absorption) او بمعنى آخر فى المنطقة التى تمثل اصغر انعكاس للصبغة .

وبالتالى يمكن رسم علاقة بيانية بين درجة الانعكاس وتركيز اللـــون (أو الصبغة) عند طول موجى معين فى منطقـــة الامتصاص العظمى ويلزم لتحضير هـــذا المنحنى تحضير عينـــات مصبوغة بتركيزات متعددة ثم قياس درجـــة انعكاسهـــا .

ولتعيين التركيز من درجة الانعكاس المقـــاسة تطبق المعـــادلة الاتية والتى تبين العلاقة بين التركيز (C) ودرجة الانعكاس (Reflectance) (R) لكل الصبغات عند كل الاطوال الموجيـــة :

$$A.C = F(R) \qquad (1)$$

حيث أن (A) هو عامل يتبع للصيغة المستعملة وطول الموجـــة والخامة الاصلية وظروف صباغتها و F (R) هو نفس العامل لدرجة الانعكاس (R) ويمكن تعيين F (R) عمليـــا أو نظريا . ويستلزم هـــذا وقت وجهد كبـــير لهـــذا استعاض العالمـــان كوبلكا وماتك عن هـــذه الطريقة السابقة بوضع نظرية تحدد تركيز الصبغة من منحنى الانعكاس بطريقـــة مباشرة وتعرف بنظرية كوبلكا ومانك ذات الثابتين .

وفيها تعرف العينـــة بواسطة قيمتين ضوئيتين K&S .

حيث أن (K) هو معامل الامتصاص (Coefficient of Absorption)
و (S) هو معامل التشتت (Coefficient of Scatter)

ولقـــد توصل كوبلكا وماتك الى المعادلة الرياضية الآتية التى تحـــدد تركيز الصبغة من منحنى الانعكاس مباشرة وهى :

$$\frac{K}{S} = \frac{(1-R)^2}{2R} \qquad (٢)$$

حيث (R) هو درجة الانعكاس عند طول موجى معين لعينـة سميكة لها الثابتـان K&S وتعتمـد (K) معامل الامتصاص فى المنسوجات المصبوغة على نوع وتركيز الصبغة المستعملة وهى تتناسب طرديا مع تركيزها (C) اى (K&C) اما معـامل التشتت فيعتمـد على نوع القمـاش وتركيبه النسـجى .

واذا أخذ معامل آخـر مثل (A) شامل لنوع الصبغة والنسيج والطول الموجى وظروف التشغيل فانه يمكن تحوير معـادلة كوبلكا وملنك الى :

$$A\,C = \frac{(1-R)^2}{2R} = F\,(R) \qquad (٣)$$

ويعين المعـامل (A) عند كل طول موجى معـين بتطبيق المعـادلة السـابقة بالنسـبة للمصـبوغات العيـارية (Calibaration Dyeing) المعروف تركيزهـا ومنحنى انعكاسهـا ونوع القماش المستعمل .

وباعتبار امتصاص الخامة قبل صباغتها Kt وامتصـاص العينـة المصبوغة Kf نتصبح المعـادلة رقم ٢ كالآتى :

$$\frac{Kf + Kt}{S} = \frac{(1-R)}{2R} \qquad (٤)$$

ولو ادخلنا درجـة الانعكاس للخـامة الغـير مصبوغة Rt تصبح المعـادلة :

$$A.C = \frac{(1-R)^2}{2R} - \frac{(1-R_t)}{2R_t}$$

وتهمل امتصاص الخامة فى حالة التركيزات أعلى من ٥ر٪ وتطبق هذه الأخيرة فى حالة المضاهاة بالصبغات المتماثلة المستعملة فى العينة . فلو كانت

هناك عينتان مصبوغتان باستعمال مخلوط من نفس الثلاثة صبغـات ولهمـا نفس درجة الانعكاس عند ثلاثة أطوال موجية مختلفـة فان تركيز الأصباغ فى الحالتين يكون واحدا وكذلك فان منحنيات الانعكاس فى الحالتين لابد أن يكون متماثلين والعينتان تصبحان لزما نفس المظهر ولذلك فان طرق قياس الألوان هذه تتركز فى تعيين درجة الانعكاس عند ثلاثة أطوال موجية ومنهـا يمكن حساب تركيز الثلاثة أصباغ اللازمة لعملية المضاهاة .

احســـاس عين الانســـان بالالوان

اللون هو احساس ناتج من تأثير الأشعة الساقطة على خـلايا شبكية العين وانتقالها الى المخ عن طريق العصب الضوئى • واللون نفسه ليس له حقيقة الا بارتباطه بأعيننا التى تسمح بحسه وادراكه بشرط وجود الضوء الذى يسقط عليه ويعكسه الى الى العين • وبالفحص التشريحى للعين نجـد انهـا مبطنة بطبقة داخلية هى الشبكية (Retina) وهى اهم اجزاء العين التى يعزى اليهـا الدور الرئيسى فى نقل الالوان • وتتكون الشبكية من عدة طبقات معقـدة التركيب وهى تتكون من خـلايا دقيقة تحتوى على مجموعتين هلميتين من الخلايا العصبية تقوم بالدور الأســاسى فى استقبال اللون وتحويله الى اشــارات عصبية تنقـل الى المخ بواسطة العصب الضوئى وهى عـبارة عن :

أ ــ مجموعة من الخلايا الاسطوانيـة (Rods)

ب ـ مجموعة أخرى من الخـلايا المخروطية (Cones)

اولا ــ الخـلايا الاسطوانيـة

هى خلايا اسطوانية الشكل ، كما يبدو من تسميتهـا ، ويبلغ متوسط قطرهـا ٢ ميكرون وطولهـا ٦٠ ميكرون وتحتوى على مادة خاصة قرمزية

تسمى الرودوبيون (Rhodopions) وهذه المـادة تتحلل عند سقوط اللون عليهـا وتفقـد لونهـا وتزداد سرعة هـذا التفـاعل بزيادة كمية الضوء الساقط وكذلك من خواصها أنها اذا توقف سقوط اللون يعود لهـا لونهـا الأصلى ، ولم يتمكن العلماء من تفسير اصل هـذه الظاهرة الا أنه ثبت ان التفاعل يكون مصحوبا بجهد كهروكيميائى مغناطيسى وهذا ينقل الى المخ عن طريق العصب الضوئى .

وهذه الاشارات تختص بتمييز اللون ودرجة الوضوح وشكل المرئيات ويصل عدد هـذه الخلايا فى شبكية العين الى حوالى ١٣٠ مليون خليـة وهى موزعة على طول شبكية العين .

ثانيـا : الخلايا المخروطيـة

وهـى خلايا مخروطية الشكل ويبلغ متوسط قطرها ٥ ميكرون وطولها ٧٠ ميكرون وهى تحتوى على مادة بنفسجية اللون حساسة للضوء وهى موزعة بغزارة على نقطة فى وسط الشبكية تسمى النقطـة الصفراء الى جانب وجـودها بكميات قليلة فى باقى سطح الشبكية ويعـزى اليها تفسير الرؤية للاشياء الملونة ويبلغ عددها حوالى ٧ مليون خلية .

ومما سبق نجـد ان كلا من الخلايا الضوئية (Rods and Cones) لهمـا خواص متباينـة ومن ثم اختـلاف فى أسلوب ادائهمـا .

فعندما يكون مستوى الاضاءة بسيط كضوء القمر أو أقل من ذلك فان الخلايا الاسطوانية هى التى تعمل أما اذا كان مستوى الاضاءة متوسط أو شديد مثل ضوء النهار أو الضوء الصناعى نجد أن الخلايا المخروطية هى التى تعمل وفيمـا بين هذين النقطتين فان كلاهمـا يعملان سويا (٥)

وعندما تعمل الخلايا الاسطوانية فان الاشياء تظهر باللونين الأبيض

والأسود فقط مثل الرؤية فى الليل بينمــا عندما تعمل الخـلايا المخروطية فتظهر الاشياء بألوانها المختلفة ومن هذا يتضح أن الخلايا المخروطية لا تعمل فى الليل لذلك تظهر الاشياء غير ملونة .

القــيم التأثيرية للرؤيــة

هنــاك عدة عوامل تتداخل فى تقيــيم اللون وهى :

١ ــ حساسية العين البشرية لكل من منــاطق الطيف المختلفة .

٢ ــ مجال توزيع الطاقة لمصدر الضوء المستخــدم خــلال مناطق الطيف المختلفــة .

٣ ــ درجة الانعكاس النسبية للسطح المضــاء عند كل طول موجى معين من موجات الطيف المرئى .

ولمعرفة مدى تداخل هــذه العوامل المختلفــة فى تقييم ورؤية اللون نفترض أنه اذا كانت طاقة الضوء الساقط على السطح المضاء عند طول موجى معين هى E_λ وكانت درجة الانعكاس النسبيــة للسطح المضــاء عنــد نفس طول الموجة R_λ فان العين سوف تستقبل طاقة ضوئية منعكسة قدرهــا حاصل ضرب قيمة $R_\lambda \cdot E_\lambda$ وتستجيب العين لهــذه الطــاقة الضوئية المنعكسة تبعا لحساسيتها وتحولهــا الى اشارات عصبية تنقـل عن طريق الخلايا العصبية للمخ حيث يتم الاحساس باللون .

وقد افترض العلماء انه يوجــد بالعين ثلاثة مراكز حساسة للاشعة اللونية لكل منهــا حساسية عظمى لاحد المناطق المختلفة للطيف المرئى ويتم تمييز اللون عن طريق مجموع الاشارات العصبية المنقولة للمخ نتيجــة لمدى الاستجابة الكلية لهذه الخلايا الضوئية للطاقة الضوئيــة المنعكسة من السطح الملون خــلال جميع موجات الطيف المرئى .

ويمكن تمثيل حساسية الخلايا الضوئية الافتراضية الثلاث الموجودة بشبكية العين لمناطق الطيف المختلفة كثلاث منحنيات تعرف باسم منحنيات الحساسية للتوزيع الطيفى للرؤية الطيفية .

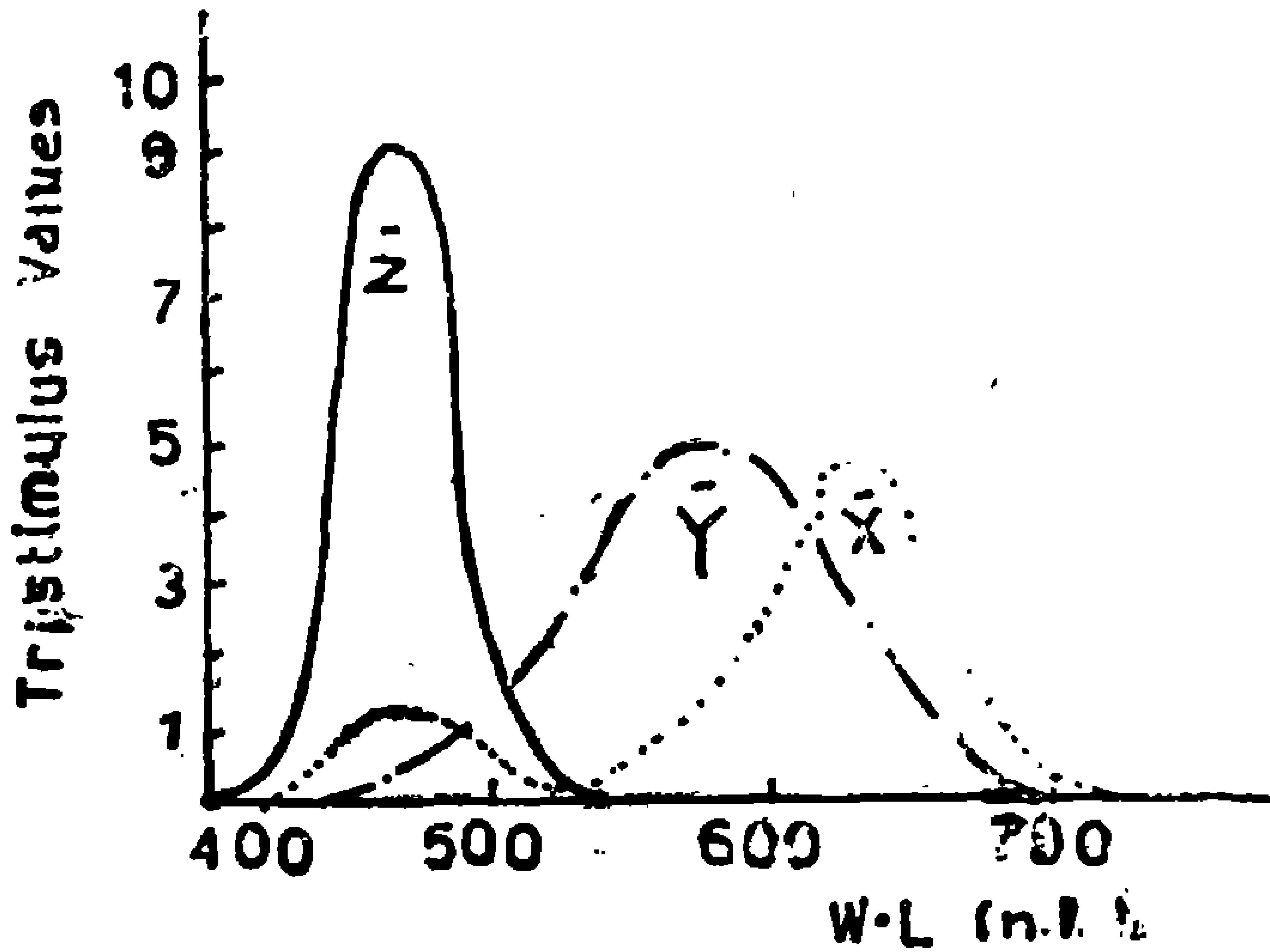
C.I.E Spectral Distribution Curves X , Y , Z

حيث أن كل منحنى من هذه المنحنيات الثلاث يمثل مدى أو استجابة الخلايا الضوئية بالعين لاحد مناطق الطيف المرئى كما هو موضح بالشكل (٧٦) فمثلا :

المنحنى X يمثل حساسية نوع الخلايا للون الاحمر .

المنحنى Y يمثل حساسية نوع الخلايا للون الاخضر .

المنحنى Z يمثل حساسية نوع الخلايا للون الازرق



شكل (٧٦) يبين حساسية العين لمناطق الطيف الضوئى

وبناء على ما تقدم نجد أن الخلايا الضوئية الحساسة للون الازرق ستستجيب للاشعة المنعكسة عند طول موجى ٤٥٠ مليميكرون بينما تقل درجة استجابتها أو تنعدم تماما عند أطوال موجية أخرى وكذلك

بالنسبة للخلايا الضوئية الحساسة للضوء الاخضر والأحمر تبعـا لحساسية كل من هـذه الخلايا لموجات الطيف المختلفـة ومجموع الاستجابات لموجات الطيف المختلفـة لكل من هذه الخلايا الضوئية الموجودة بشبكية العين نتيجة للاشعة المنعكسة من المسطح الملون _ المضـاء تنقل الى المخ عن طـريق اشارات عصبية ويمكن تحـديد مقدار هـذه الاشارات العصبية بمساحات التى تحددها المنحنيات الثلاثة الاخيرة (X Y, Z) وهى فى مجموعها تحـدد قيمـة الاشارات العصبية المنقولة للمخ لتعطى الاحساس بطبيعـة اللون ويمكن تقدير هذه المساحات عدديا كالاتى لكلا من Z, Y,X :

$$X = E_{400} R_{400} X_{400} + E_{410} R_{410} X_{410} + \cdots E_{700} R_{700} X_{700}$$

وهـذه القيم التكاملية الثلاث المستنتجة تسمى بالقيم التاثيرية الثلاث (Tri Stimulus Values)

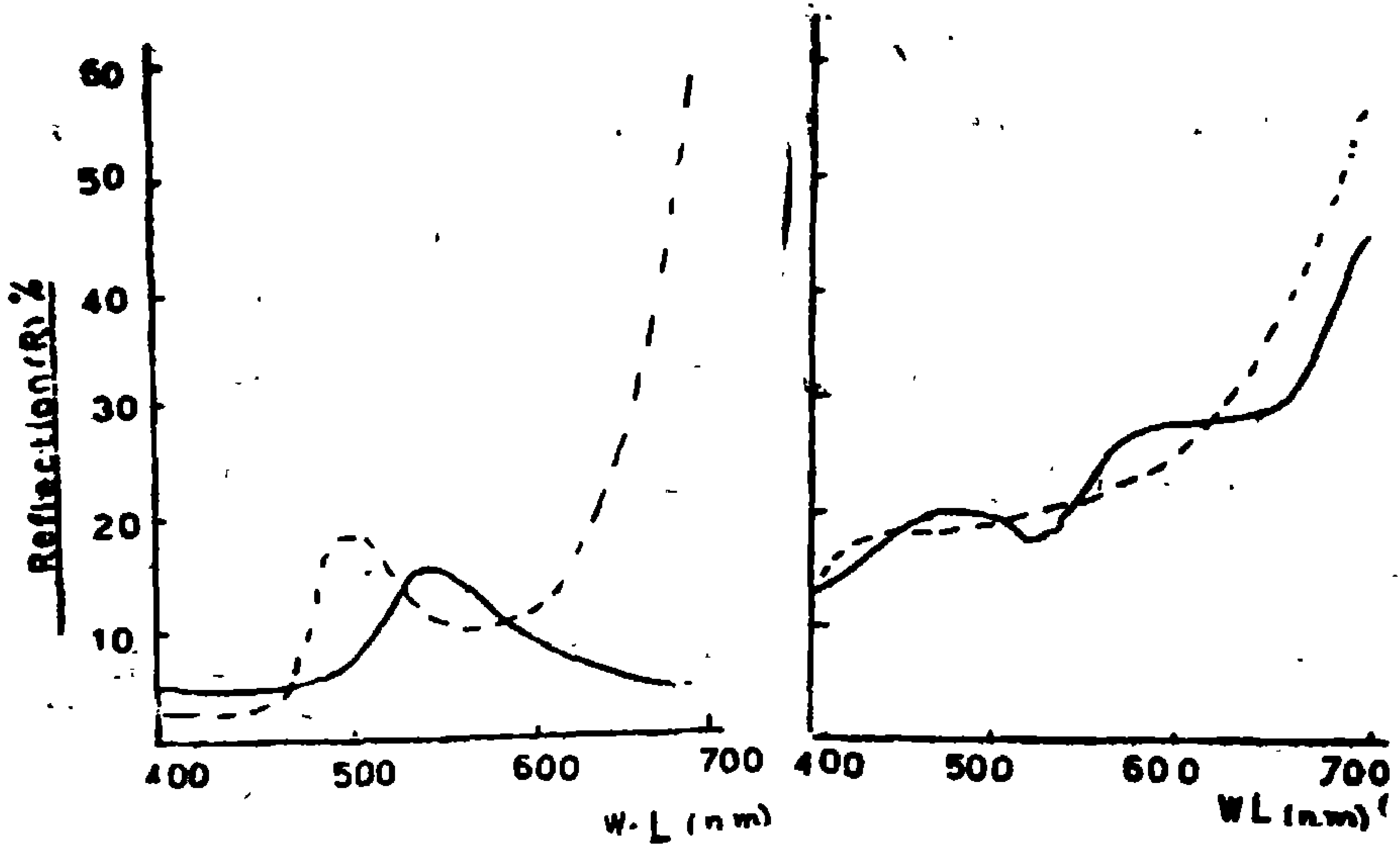
حيث L تمثل قيمة الاشارات العصبية المنقولة للمـخ عـن الجـزء الاحمر من اللون ، Y للجزء الاخضر من اللون و Z عن الجزء الازرق من اللون)

ومن هذا يتضح من العرض السابق أن القيم التأثيرية الثلاث ما هى الا تقييم عددى يحـدد ويميز اللون المرئى نتيجة لتداخل عوامل مختلفـة منهـا طبيعية مصدر الضوء المستعمل ودرجة انعكاس اللون وحساسية العين المستقبلة للاشعة المنعكسة ·

تطـابق الالـوان (Metamerism)

فى عمليات الصباغة يستخدم العـديد من خلطات الالوان للحصول على لون معين وبالرغم من أن اللون النـاتج من الخلطات يطابق ويضـاهى اللون المطلوب تحت ظروف الاضاءة الموجودة أو للشخص المختبر الا أنها قد تختلف تحت ظروف أخرى من الاضاءة او باختـلاف الشخص المختبر ويعـبر عن هذين اللونين اللذين يختلفان فيزيائيا ولكنهما يعطيان نفس الاحساس اللونى بأنهما ذو تطـابق مكيف (Methameric) كمـا فى الشكل (٧٧) والذى يمثل

لونين لهمـــا تطابق مكيف واضح . فبالرغم من الانحراف الواضح فى منحنيات الانعكاس لهمـــا فى العينتين فانهمـــا يظهران بنفس اللون الاخضر الزيتونى فى ضوء النهـــار ، أما عند استخدام لمبـــة مصباح (Incandesent Lamp) فى الاضاءة فان احدى العينتين تحتفظ باللون الاخضر الداكن أما الاخـــرى فتظهر بلون بنى محمـــر .



شكل (٧٧) يبين منحنى لونين لهما تطابق مكيف

شكل (٧٨) يبين منحنى لونين لهما تطابق غير مكيف

أما الالوان التى تتشابه منحنياتها الانعكاسية أو التى لها نفس منحنيات الانعكاس فان لها نفس القيم التأثيرية وتضاهى بعضها تحت أى مصـــدر من مصادر الضوء وتحت أى ظروف وتعرف بالالوان ذات تتطابق غير مكيف شكل (٧٨) .

لذا كان من أهم استخدامات القياسات الضوئية للالوان هو الحصول على مصبوغات ذات تطابق غـــير مكيف الى أقصى حد ممكن وذلك بتحديـــد منحنيـــات الانعكاس لكل صبغة باستعمال أجهزة قياس الانعكاس الضوئى مثـــل

TC-Reflectometer

Hunter Reflactometer

Spectomat FS -2 .

ويلى ذلك تحديد منحنى الانعكاس للون المراد الحصول عليه ثم يتـم اختيـار الصبغات التى تكون منحنيات انعكاسها أقرب ما يمكن الى منحنى انعكاس اللون المراد الحصول عليـه .

واذا كان اللون عبـارة عن خليط فيختار الالوان التى تطابق جزءا من منحنى الانعكاس لهـا احد أجزاء منحنى اللون المطلوب .

توصـيف اللـون

COLOUR SPECIFICATION

هنـاك على الاقل ٥ طرق يمكن بهـا وصف اللون كالآتى :

١ ـ رسم منحـنى الامتصـاص Absorption Spectrum
يبين النسبة المئوية للنفاذ أو الانعكاس من الضوء لكل طـول موجة فى الطيف السـاقط .

٢ ـ تعيين كميـات الالوان الاولية الثلاث اللازمة لمضاهاة اللون Trichromatic Colorimetry (أحمر ، أخضر ، أزرق) .

٣ ـ التوصيف عن طريق الكنـه المتغلبـة (Dominant Hue)
النقـاوة Purity أو التشبع (Saturation)

٤ ـ المقارنة بعينـات قياسية (Patterns) معينـة محـددة فى معجم الالوان (Colour tlas)

٥ ـ المقـارنة بعينات قياسية ومستخدمة بواسطة الصباغ .

وقيـاس اللون وتوصيفه بطريقة دقيقـة بواسطـة مجموعة من

الارقام يمكن تسجيلها او لطباعتهـا بحيث يمكن الرجوع اليها لتكوين اللون الاصلى فى اى وقت او مكان دون الرجوع الى العينية الملونة قد استخـدم منـذ فترة طويلة . وفى عام ١٩٣١ فان هيئة (C.I.E.) الفرنسـية

قـد أوجـدت طـرق قياسـية أصبحت الان ذات أهميـة خاصـة فى مضاهاة الألوان بالحاسب الالكترونى وفى هـذا النظام (CIE System) أمكن تحويل نـتائج حساسية عـين الشخص القيـاسى (Standard Observer) الى معاملات اخـرى تسمى معاملات التوزيع $X\lambda, Y\lambda, Z\lambda$ وهى تمثـل كميـات من الاحمر ، الاخضر ، الازرق .

الاحداثيـات اللونيـة (Chromaticity Co-ordinates)

ان تحديد اللون بيانيا يقتضى تمثيل القيم التأثيرية الثلاث فى مستوى فراغى فى ثلاثة اتجاهات متعامدة وهـذه عملية صعبة التخيـل والتنفـيذ لذلك كان من الضرورى تبسيط الامر عن طريق تمثيل اللون سطحيا باستخدام احداثيـات مستنتجة بطريقة حسابية بسيطة من القيم التأثيرية الثلاث لنفس اللون حيث أن :

$$X = \frac{X}{X+Y+Z}, \quad Y = \frac{Y}{X+Y+Z}, \quad Z = \frac{Z}{X+Y+Z}$$

بمعنى ان مجموع $X+Y+Z$ = واحـد صحيح

وتحـدد الاحداثيـات اللونية بكنـه اللون (Hue)

ودرجة النقاوة (Purity) والتشبع (Saturation)

او عمق اللـون (Depth)

ويلاحظ عدم الخلط بين درجة تشبع اللون وعمقـه حيث تعنى درجة

التشبع مدى قرب اللون المختبر من الوان الطيف النقية بينمــا يمثل عمق اللون مدى امتصاص وانعكاس اللون لموجــات الطيف المختلفة ــ لــذا فان قــيم الاحداثيات اللونية لن تتأثر متغير قيم الانعكاس لتركيز اللون بمعــنى أن قيم الانعكاس لاحــد الالوان قد يزداد أو ينقص فينعكس ذلك على القيم التأثيرية المستنتجة (X ، Y ، Z) بينمــا قيم الاحداثيات اللونية لن تتغير وهــذا قد استلزم ايجــاد عامل ثالث لاستكمال تحديد اللون مع الاحداثيات اللونية ويعطى دلالة واضحة عن سلوك الضوء المنعكس وهو ما يعبر عنــه بزهــاء اللون .

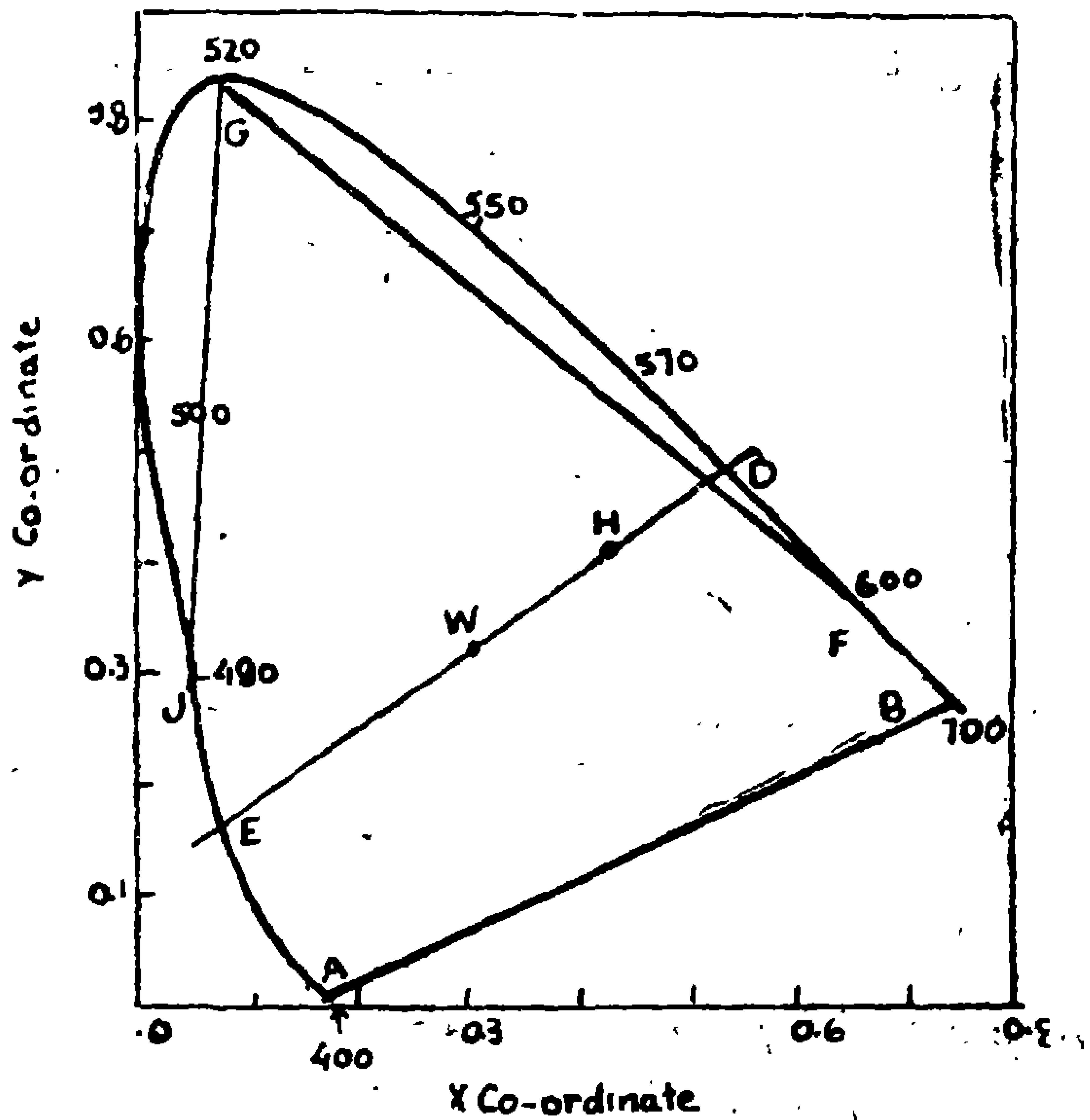
وقــد اختيرت القيمة التاثيرية Y للتعبير عن مدى استجابة العــين لدرجة زهــاء اللون وذلك بعــد أن وجد أن منحــنى الحساسية للتوزيع الطيفى للــون الاخضر (CIE Spectral distribution Curve Y) يطابق ويشابه نفس منحــنى حساسية العــين لدرجة زهــاء اللون .

التمثيل البيانى للاحداثيات اللونيــة

عند رسم علاقة بيانية بين قيم X كمحور افقى وقيم Y كمحور رأسى فينتج منحنى على هيئة حــدوة حصان يسمى الاحــداث اللونى (Spectrum Locus) يتفــل بخــط يمثــل الالوان القرمزية (Purple Colours) ويحتوى بداخله على كل الالوان الممكن رؤيتها ويحدد الاحداثيــات اللونية لهــا بحيث تقع الوان الطيف النقيــة على الخط المحــدد لشكل المنحنى كمــا فى الشكل (٨٠) .

ويقصد بالوان الطيف النقية تلك التى لهــا درجات تشــبع عظمى (Maximum Saturation) اما فى المنطقة الوسطى المركزية للمنحنى فتوجد نقطــة تمثل قيم الاحداثيــات اللونيــة للون الابيض أو الرمادى وتسمى

بنقطة التمـــاثل الاحداثى أو المتعادلة (Achromatic Point or Neutral W Point) والالوان على امتداد الخط تتكون بخلط الطيف الاحمـــر مع البنفسجي بنسب مختلفـــة ويعرف بالقرموزى ، كمـــا سبق ، وهذه ليست موجودة في الوان الطيف ولكن تحدد بواسطة طول موجة مكملاتهـــا .



شـكل (٨٠) منحنى الاحداث اللونى

استخدامات منحـــنى الاحداثيـــات اللونية

يمكن استخـــدام منحنى الاحداثيـــات اللونية (X , Y) فى تحديد بعض خصـــائص اللون لو قدر له قيمه التأثيرية الثلاث ومنهـــا تستنتج احداثيـــاته اللونية :

ا — الطول الموجى السائد (Dominant W.L)

الطول الموجى السائد لاى لون والذى له نقطة لونية ولتكن (H) Chromaticity Point) هى تلك النقطة (D) التى عندها يقطع الخط W H الاحداث اللونى كما فى الشكل (٨٠) أما النقطة W فهى النقطة اللونية للابيض .

ب — النقاء Purity

درجة التشبع أو النقاء هو تعبير عن مدى قرب نقطة اللون المختبر من خط البؤر الطيفية الذى يمثل احداثيات اللون النقى وتحدد درجة التشبع أو النقاء بالمسافة النسبية بين بعد نقطة اللون عن خط البؤر الطيفية على المسافة الكلية بين نقطة التعادل اللونى ونفس نقطة تقاطع المستقيم المار بنقطة اللون المختبر مع خط البؤر الطيفية اى أن نقاء اللون H هو النسبة $\frac{HW}{DW}$.

جـ - الخلطات بالاضافة بين أى لونين يمكن تمثيلهما على الخط المستقيم الواصل بين نقطتى هاتين اللونين . فالالوان التى يمكن الحصول عليها بواسطة خلط اللون D بالابيض يقع على الخط DW وكل الالوان الناتجة من خلط اللون F مع اللون G يقع على الخط F G .. ولنفس السبب كل الالوان القرمزية (Purple) غير الطيفية تتكون داخل المثلث WAB .

د — ويمكن ايجاد اللون المكمل لاى لون عن طريق خط يوصل بين هذا اللون مع اللون الابيض حتى يقطع خط البؤر الطيفية (Locus) فى الجانب الاخر وبالتالى فان مكمل اى لون على الخط W D يمكن تمثيله بنقطة على الخط W E

مضـــاهاة الألوان باستخدام الحـــاسب الالكترونى

استخدم الحاسب الالكترونى فى مجال مضاهاة الألوان وكان ذلك بفضل الجهود الجبـــارة التى قام بهـــا لسنوات طويلة كلا من الفيزيائيين وعلماء كيميـــاء الأصباغ والفنيـــين والرياضيـــين والمتخصصـــين ومحللى البرامج المتخصصين فى عمل برامج الحاسبات الالكترونية .

وقد شملت التطورات فى هذا المجال أربعة اتجاهات وهى :

١ ـ التطورات الحديثـــة لنظريات الألوان والتى أمكن بواسطتهـــا معرفة الكثير عن طبيعة اللون وتحليله الى مكوناتـــه الطيفية ، وامكان حسابهـــا بتطبيق نظرية كوبلكا ومانك على المنسوجات .

٢ ـ ظهور أجهزة القيـــاس الضوئى الحديثة التى تمكنهـــا من تمييز اللون كمـــا ونوعا مثل الاسبكترو فوتومتر الذى أمكن بواسطته حساب الانعكاس الطيفى عدديا وبيانيا بدقة متناهية والى الحد الذى يمكن به تبين الفـــروق الدقيقة فـــى الالوان بدرجـــة يصعب على أى صباغ تمييزها بالعين المجردة .

٣ ـ تطور تكنولوجيـــا الحاسب الالكترونى وتطور برامجه من حيث شمولهـــا على قياســـات اللون وحساب أقل تكلفة للخلطات مع اعتبـــار درجات الثبات وباقى الخواص المطلوبة للون فى أسرع وقت .

٤ ـ عـــلاقة نظـــرية اللون والحـــاسب الالكترونى والبرامج مـــع الاعتبارات التطبيقية للصـــباغ .

وبرامج الحاسب الالكترونى يجب أن تقوم بوظيفتين أساسيتين أولهمـــا ـ اختيـــار الصبغة أو مخلوط من الصبغات المناســـبة لمضاهاة

اللون المطلوب بتكلفة مناسبة ويجب فى نفس الوقت أن يوجد برنامج آخر لاختيار كميات الأصباغ اللازمة للمضاهاة مع مراعاة مستوى الجودة المطلوبة .

والقواعد الأساسية للبرامج هى قياس الجزء المنعكس من الطيف الذى يصف لون الصبغة عند تركيزات تدريجية معينة وتستعمل نظرية كوبلكا ومانك لوصف تأثير اللون لكل وحدة من الصبغة كما سيذكر فيما بعد .

برامج مضاهاة الالوان (The Colour Matching)

عند مضاهاة الألوان باستعمال الحاسب الالكترونى يجب أن يوضع فى الاعتبار العوامل الاتية :

أ — نوع الخامة التى ستقوم بصياغتها .

ب — طريقة الصباغة .

جـ — نوع الصبغات وقابليتها للامتزاج وخواص ثباتها .

د — اقل سعر تكلفة للخلطات .

ومضاهاة الالوان بهذه الطريقة تستلزم الخطوات التحضيرية الآتية :

١ — صباغة ٤ تركيزات من كل الأصباغ الموجودة فى المخازن بعناية فائقة على الخامات المستعملة مثل القطن — صوف — نايلون ... الخ . ثم قياس منحنيات الانعكاس لهذه المصبوغات باستخدام الاسبكتروفوتومتر عند ١٦ موجة مختلفة فى منطقة الطيف المرئى (٤٠٠ — ٧٠٠ ميليميكرون) .

تستخدم معـادلة كوبلكا ومانك لحسـاب وتوصيف اللون لتغـذية البيانات الخاصة به للحاسب الالكترونى ، والمعادلة هى :

$$\frac{K}{S} = \left[\frac{I - R}{2R} \right]^2$$

حيث K هو معامل الامتصاص وهو يتناسب مع درجة تركيز الصبغة

S معـامل تشتت اللـون .

R نسبة الانعكاس عند طول موجـة معينة .

وتؤخـذ قراءات $\frac{K}{S}$ للعينـات المشـار اليها ويتم تخزينهـا فى ارشيف جهاز الحاسب الالكترونى الى جانب جميع البيانات الخاصة باسعار الصبغات ودرجات ثباتهـا وكميـات المخزون منها الى جانب معلومات عن اقل واعلى تركيز يمكن استعماله لكل صبغة فى خلطاتهـا .

وعند اختيـار الأصباغ التى يمكن ان تستعمل كمصبوغات عياريـة يراعى أن تكون أصباغ كل مجموعة قابلة للخلط وتكون درجـات الثبـات عالية ، وان تغطى جميع الالوان المحتمل مضاهاتهـا ، وعموما فان قائمـة الأصباغ يجب أن تتضمن الالوان التاليـة :

أصفر ليمونى - أصفر ذهبى - برتقالى - قرمزى - أحمر - أزرق - كحلى ويفضل ايضا اضـافة اللون الأخضر والبنفسجى والبنى الى قائمـة الأصـباغ .

فعند مضاهاة لون جديد تؤخذ القراءات الخاصـة بالعينة وتغذى فى المعادلة للحاسب الالكترونى الذى يقوم بدورة بمراجعة شاملة للألوان الموجودة به من الفصيلة المرغوب ايجـاد الخلطة من صبغاتهـا ويعطينـا عدد من

الخلطات التى يمكن الحصول على اللون الجديد باستعمالهـا مع ترتيبهـا تصاعديا بالنسبة لسعر التكلفة وشرح أى معلومات اخرى خاصة بالصبغة .

وقولا يمكن الحصول على نفس اللون من المحاولة الاولى ، الا أنه من الممكن عمل تصحيح للون باستعمال نفس الجهـاز وخاصة بعد صـباغة العينـات وايجـاد الفروق فى اللون .

واهم الفوائد التى يمكن الحصول عليها باستعمال الحاسب الالكترونى فى مضاهات الألوان هى كالآتى :

١ ـ الحصول على خلطات بأرخص الأسعار خاصة وان المعلومات التى بالجهاز تشمل أقل وأعلى تركيز ممكن لاستعمال اللون به فى خلطته وهذه لا يمكن ضبطها بالخبرة الشخصية فقط .

٢ ـ سرعة ضبط اللون بالنسبة للظلال الجديدة أو تصحيحه أثنـاء التشـغيل فى المصنع .

٣ ـ سرعة الحصول على الالوان باستعمـال اعلى مجموعة من الصبغـات .

٤ ـ الحصول على خلطات ذات درجات ثبـات ومواصفات عامة أفضـل .

٥ ـ سرعة استبدال أى لون قـد ينفذ من المخازن بلون آخر .
ومن هـذا نجد أن مضاهاة الالوان بطريقة الحاسب الالكترونى تحتاج الى تكاليف كبيرة ووقت طويل لبرمجة الجهـاز وتغذية المعلومات ، الا انه بالنظر الى مميزاتهـا من حيث المساعدة على عمل المضاهاة فى أقل وقت ممكن وتقديمهـا انسب اختيـار للصبغات اللازمة للصـباغة بأقل التكاليف فنجد أنهـا عملية اقتصادية ناجحـة .

الباب الخامس

الصباغة والصبغات

الفصل الأول

مقـــدمة

تعتبر الصباغة فن من أقدم الفنون المعروفة منذ قديم الزمن فقد استعمل فى الصين والهند منذ عصور سحيقة وانتقل من الهند الى مصر كما يتبين من الملابس الملونة التى وجدت فى قبور قدماء المصريين وكان الأولون يستعملون أصباغا مستخرجة اما من نباتات أو من الحشرات فالنيلة الزرقاء كانت تستخرج من نبات النيلة الذى ينمو فى الهند والأحمر القرمزى كان يستخرج من بعض الحشرات .

وقد استخدم الاولوية هذه الأصباغ ببراعة فائقة ، فالاحمر القرمزى مثلا لا يصبغ القطن الا اذا تعرض لعملية تثبيت خاصة وذلك بمعالجة الخامة بايدروكسيد معدنى مثل ايدروكسيد الالومنيوم أو النحاس أو الحديد كما أنها تعطى الوانا مختلفة باختلاف المثبت فتعطى مع الشبه لون أحمر قرمزى والنحاس لونا جنزاريا والحديد لونا بنفسجيا مائلا للاسود .

كما ان النيلة الزرقاء تنتمى الى المجموعة المعروفة بصبغات الأحواض والتى لا يتسنى استعمالها دون تعريضها لعملية اختزال وبالرغم من عدم وجود مواد الاختزال المعروفة فى هذا الوقت فقد نجح الاولون فى اختزال النيلة بواسطة الغازات المتصاعدة من تخمر المواد العضوية .

واشارت الكتابات بعد ذلك الى ان هذا الفن كان معروفا وشائعا عند الرومان واصبحت البندقية فى العصور الوسطى المركز الرئيسى الذى ينتشر منه المعلومات والحقائق عن فن الصباغة فى انحاء اوروبا وساعد تبادل التجارة فى ذلك الوقت بين أوروبا والهند على معرفة الاوروبيين للنيلة واستخدامهم لها .

وفى عام ١٨٥٦ وجــد بركن (Parkin) أنه اذا تعرض الانيلين لعملية اكســدة تحت ظروف خاصة فانه يولد مادة بنفسجية يمكن استعمالهــا فى الصباغة وفتح هــذا الاكتشــاف صفحة جديدة فى تاريخ الصباغة اذ أوضح امكان الحصول على الصبغات بالطرق الصــناعية دون الاستعانة بالموارد الطبيعية المحدودة وهــكذا اصبحت الصباغة المعروفة حاليا كثيرة ومتعددة بينمــا لم يزد عددهــا قبل عام ١٨٥٦ م عن المائــة ٠

واعقب هــذا الاكتشــاف تحضير كثير من الصبغات الحامضية والقاعدية لاستعمالهــا فى صباغة الصوف والحرير . ولم يكن استعمــال هــذه الاصباغ بالنسبة للقطن قبل تعرضــه لعملية التثبيت وظل الأمر هكذا حتى عام ١٨٨٤م حين أعلن بوتيجــر (Bottiger) عن تحضير لونــا جــديدا هو الكونغو الأحمــر (Kong Red) الذى يمكن به صباغة القطن دون تثبيتــه وتسنى بهــذا الاكتشــاف تحضير عدد كبير من الصبغات المباشرة التى تصبغ الأقطان دون حاجة الى تثبيت .

وبدأ الكيمائيون بعد اكتشــاف النيــلة الصناعية فى تحضير عــدد كبير من صبغات الأحواض ثم كشف عن الصبغات الكبريتيــة . وبفضل هــذه الاكتشــافات أمكن الاستغناء عن المواد الطبيعية فى تحضــير الأصــباغ مع الحصول فى نفس الوقت على ألوان أرخص نسبيا وأكثر نقــاء ٠

الصبغــــــات

تعــريف

تسمى صبغة كل مادة ملونة يمكن ان تمتصهــا الخامة من محاليلهــا المــائية او من معلق هذه المــادة فى المــاء (Suspension) ولا تعتبر صبغة من وجهــة المنسوجات جميع الوان البجمنت(Pigments) التى لا تذوب فى

المــاء وتستعمل فى تحضير البويات . هــذا وليست جميع المواد الملونة والتى تذوب فى الماء بصبغات آذ يتحتم بجانب اللون وجود خاصية الامتصاص او القابلية بين المادة الصابغة والخامة المراد صباغتها وقد تكون المادة صابغة لبعض أنواع من الالياف دون الاخرى وهى لهذا لا تعتبر صابغــة الا مــن وجهة الأليــاف التى لهــا معها قابلية ، فصبغات الصوف لا تعتبر صبغــات بالنســبة الى القطن الذى لا تصبغه هــذه الصبغات وكذلك صبغــات رايون الاسيتات لا تصبغ معظم الأليــاف الأخرى وهى اذن ليست بصبغات الا فى حالة رايون الاســيتات . وبالرغم من تبــاين انواع الصبغــات واختلاف خواصها فقد وجد أن هنــاك شروط أساسية يجب توافرهــا فى تركيب المــادة لكى تتمتع بخواص الصبغ وهــذه الشروط هى (كمــا فى صفحــة ٢٢٥) :

١ ــ وجود الهيكل التركيبى والذى يسمى حامل الصبغ (Chromogen) مثل البنزين والنافتالين والانتراسين وهذه الأسس لا لون لهــا أو طفيفــة التلون .

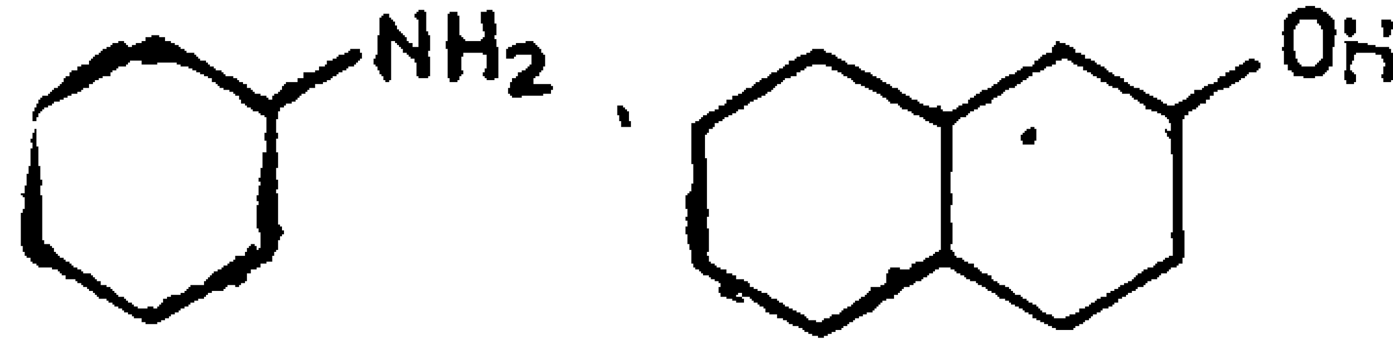
٢ ــ ادخال مجموعات تسمى مكون اللون (Chromogen) والتى تجعل الأسس ملونة مثل مجموعات النيتروز ونيترو والأزو .... الخ وهــذه المركبات ليست لهــا خاصية الصبغ .

٣ ــ ادخال مجموعات تعرف باسم مكون الصــبغ (Auxochrome) لكى تصبح المركبــات السابقة لهــا خاصــية الصبغ وهــذه المجموعات هى مثل مجموعة الامين أو مثل مجموعةالهيدروكسيل (— OH)

وتعتمد صناعة الاصباغ على التقطــير الاتلافى للفحم وعلى صــناعة البتروكيماويات لتحضير المواد الأولية التى تستخدم فى تحضير الاصبــاغ والمواد المساعدة وكذلك بعض أنواع من البجمت وهذه المركبات هى :

بنزين (C_6H_6) ، تولوين ($C_6H_5\text{-}OH$)
نفتالين ($C_{10}H_8$) ، فينول ($C_6H_5\text{-}CH_3$)

وتتحول هذه المركبات بعد ذلك الى مركبات وسط (Inter Mediate) عن طريق استبدال ذرة الهيدروجين بهـا بمجموعات مناسبة مثل مجموعة النيترو (NO_2 —) والأمين (NH_2 —) والايدروكسيد (OH -)والسلفونيك ($-SO_3H$) مثل :



بتانافتول   انيلين

والمواد الوسط هذه تكون فى الغالب مواد غير ملونة وبتفاعلات كيميائية مناسبة تتولد مركبـات اكثر تعقيـدا هى الاصباغ .

التسمية التجـارية للاصبـاغ

جرت كل شركة من الشركات المنتجة للاصباغ وغيرهـا على طريقة خاصة فى تسمية منتجاتهـا ، الا ان اساس هـذه التسمية باستثناء بعض الحالات — واحـدة ومتفق عليـه .

ويمكن تقسيم الاسم التجارى لاى صبغة من الأصباغ الى ثلاثة مقاطع ، يدلنـا الجزء الأول منهـا على القسم الذى ينتمى اليـه الصبغة والشركة المنتجة له ويدلنـا المقطع الثانى على اللون والثالث على قوة تركيز الصبغة بالنسبة الى قوة ثبابتـة خاصة .

مثـــال :

في حالة الصبغة (Isma Fast Blue 4GL 200%) فتدل كلمة (Isma Fast Blue) على انهـا من الصبغات المباشرة التي تنتجهـا شركة Isma كما تدل كلمة (Blue 4 GL) على اللون الذي تكتسبه الخامة بعد الصباغة وكثـافة هـذا اللون ، اما الرقم ٢٠٠٪ فيشير الى أن اللون ذو تركيز يعـادل مرتين ضعف القوة الثابتة (Standard Strenglh) ، والذي عادة يكون ١٠٠ .

وفي الجـدول (١١) سـوف نوضح مختلف الاسماء المكونـة للمقطع الاول المستعملة في بعض الشركات المنتجة للاصباغ والمعنى الذي تدل عليه والشركة المستعملة لهـذا الاسم .

اما كثـافة اللون والذي يشار اليه عادة بحروف جانب اللون مثـل (Blue 4 GL) فالحرف G نقلا عن (Gelb) بالالمانية اي « أصفر » والحرف L تعني ثابتة للضوء . والجدول (١٢) يبين معنى الحروف الواردة في الأسماء التجاريـة كالآتي :

جـدول (١١)

الأسماء التجـاريـة للصبغــات المستخدمة

CROMPTON	ISMA	FRANCOLOR	I C I	HOECHST	BAYER	BASF	CIBA-GEIGY	SANDOZ	اسم الشركة المنتجة / نوع الصبغة
Intramit Intralit		Cupro diazol Diazol		Diamine	Sirius Benzocuprol	Lurantin	Diphenyl Solophenyl Copraniline Coprophenyl	Solar Cuprofix	صبغات مباشـرة
	Isma.Naphtol Isma.Fast			Naphtol Fast Base Fast Salt			[1]Naphtanilide [1]Fast Base [1]Diazo Fast		الأزطة: النافتول / القواعد / الأملاح
	Ismanthren	Solanthren	Caledon	Indanthren	Indanthren	Indanthren			صبغات الأحواض
		Solasol	Soledon	Anthrasol				[1]Indigosol	صبغات الأحواض الذائبة
	Isma-Kabnr	Sulfanol		[3]Immedial [3]Hydron					صبغات كبريتيـة
				[3]Hydrosol [3]Cassulfon					صبغات كبريتية ذائبة
	Ismative		Procion	Remazol Solidazol	Levafix	Basilin E&P Primazin		Drimarin	صبغات نشطة
Altermin			Neopralad	Imperon	Acramin	Helizarin			ألوان البجمنت

(١) اسم شركة Durand
(٢) " " Röhner
(٣) " " Cassella

جـــدول (١٢)

الحـــرف	معنــــاه
B	أزرق
CF	صبغــات كبريتيـــة خالية من النحـــاس
E	نقـــلا عن Echt بالالـــانية أي « ثابت » .
FD	نقلا عن Für Druck أي صبغة ناعمة مناسبة للطباعة
FF	أى ناعمـــة أو دقيقة جـــدا .
G	نقـــلا عن Gelb بالالـــانية اى « اصفر »
GB	اسود مقـــلا الى الخضرة
GR	نقـــلا عن Grun بالالـــانية « اخضر »
H	ثابت للحـــــرارة
HWL	نقـــلا عن Heat, Water Ligh أي ثابت ضد الحرارة والمـــاء والضـــوء
J	نقـــلا عن Jaune بالفرنسية اى « أصفر »
L	ثابت ضـــــد الضـــوء
LL	ثابت جـــدا ضـــد الضوء
O	برتقـــــالى
R	احمــــر
RB	أســود مائــل للاحمـــرار
V	بنفســـجى
X	ذو تركيز عـــالى
Y	اصـــــفر

تقســــيم الصبغـــات

الصبغات المستخدمة حاليا كثيرة ومتعددة ولكى يسهل تنظيم هــذه المجموعات فقــد تم تحــديد نظامين لتقســيم الأصباغ كالآتى :

النظـــام الأول

يعتمــد هــذا النظام على طريقة استعمال الصبغة ونوع الألياف التى تستعمل هــذه الصبغات فى صباغتها وهذه الطريقة هــى المستعملة تجــاريا وعلى أساسها تحضر كرتلات الصباغة وهى ايضا الطريقــة التى تقوم عليها تقســيم الصبغات عند الاستعمال الصناعى .

النظــام الثــانى

ويعتمــد على الأســاس الكيماوى وتقسم الصبغات فى هذه الطريقة الى فصـــائل تبعا للمجموعات الكروموفورية الموجــودة بالجزىء وكذلك حسب حسب نوع الأسس الكروموجينية .

تقســيم الصبغـــات حسب طرق استخدامها

تقســم الصبغات تبعـــا لهــذه الطريقة الى الفصائل الآتية :

١ـ الصبغات القـــاعدية (Basic Dyes)

تستخدم فى صباغة الأليــاف الحيوانية أما فى حالة الأليــاف السليلوزية فتستعمل هــذه الصبغات مع مادة مساعدة للتثبيت وذلك لأن هذه الصبغات ليس لهـــا قابلية مباشرة لصباغة السليلوز .

وتمتــاز هــذه الفصيلة بدرجات زهاء عاليــة ولكن درجات ثباتهـــا للضوء منخفضة وقــد اصبحت ذو اهمية قليلة لصباغة الألياف السليلوزية .

٢ - الصبغات الحامضية (Acid Dyes)

تستخدم هذه الفصيلة فى صباغة الصوف والألياف الحيوانية والزلالية الصناعية وهى املاح حامض السلفونيك ولا تستخدم فى صباغة الألياف السليلوزية .

٣ - الصبغات المعدنة مسبقا (Mordant Dyes)

تستعمل فى صباغة كل من الالياف السليلوزية والحيوانية ويستعمل فى تثبيتها على الخامة أملاح بعض المعادن المتعددة الذرية مثل الكروم والألومنيوم والحديد .

٤ - الصبغات المباشرة (Direct Dyes)

هى صبغات تصبغ الألياف السليلوزية مباشرة وبدون حاجة الى مادة تثبيت كما أن كثيرا من هذه الصبغات تصبغ الالياف الحيوانية فى وسط محايد . وهذه الفصيلة ذات درجات ثبات منخفض للغسيل والضوء على الألياف السليلوزية لذلك يلزم بعض المعالجات النهائية لتحسين درجات ثبتها مثل المعالجة بأملاح الكروم (لتحسين ثبات الغسيل) أو بأملاح النحاس (لتحسين ثبات الضوء) .

٥ - صبغات الأحواض (Vat Dyes)

هذه الفصيلة توجد فى التجارة فى صورة غير ذائبة ويستدعى استعمالها اجراء اختزال فى وسط قلوى وتستعمل أساسا فى صباغة الألياف السليلوزية لما تمتاز به من درجات ثبات مرتفعة على هذه الخامة .

٦ - صبغات الأحواض الذائبة (Indigosols)

وهذه الصبغات هى مركبات استيرية لصبغات الاحواض تذوب فى

المـــاء وتصبغ كلا من الألـيـــاف السليلوزية والزلالية وتظهر الصبغـــات بعد الصباغة بعملية اكســـدة فى وسط حامضى اذ تتحول بهـــذه المعالجـــة الى الصورة الغير ذائبة داخل الأليـــاف كـــما فى حالة صبغات الأحواض .

٧ – الصبغات الازو الغـــير ذائبـــة (Insoluble Azo Dyes)

وهى صبغات تتكون فى الخامة بعملية اتحـــاد بين ملح قاعدى لنافتول وامين عطرى مؤزيت (Diazotised) وتجرى الصباغة بواسطة ملح النافتول وبعـــد الصباغة يظهر اللون بمعالجة الخامة المصبوغة بواسطـــة الأمين المؤزيت فتتكون الصبغة بذلك داخل الخامة فى صورة غير ذائبة وتستعمل هذه الطريقة اساســا فى صباغة الأليـــاف السليلوزية .

٨ – الصبغـــات الكبريتيـــة (Sulphur Dyes)

هذه الصبغات غير ذائبة كمـــا فى حالة صبغات الأحواض ويستعمل فى اختزالهـــا كبريتور الصوديوم اساسا على الأليـــاف السليلوزية ويوجـــد حاليـــا بعض انواع تذوب فى المـــاء .

٩ – الصبغـــات المكونة بالأكســـدة (Oxidation Dyes)

فى هـــذه الطريقة تعالج الخامة بملح أمين عطرى كالانيلين مع وجود مادة مكسدة مثل كلورات الصودا أو بيكربونات الصودا ومادة مســـاعدة مثل كبريتـــات النحاس او الحديد وتتكون الصبغة فى هـــذه الحالة داخل الخامة فى صورة غير ذائبة وأكثر استعمال لهـــذه الطريقة فى صـــباغة اللون الأسود على القطـــن .

١٠ – الصبغـــات النشـــطة (Reactive Dyes)

هـــذه الفصيلة هى صبغات تحتوى على مجموعة نشطة تتفـــاعل مع الخامة التى تصبغهـــا كمـــا أنهـــا تذوب فى المـــاء ولها قابلية عاليـــة للخامة

وتستخدم فى صباغة الألياف السليلوزية والزلالية وتمتاز بدرجات ثبات عالية وزهاء اللون .

١١ - الملونات المعدنية (Mineral Colorants)

هى مركبات غير عضوية ملونة مختلفة يمكن ان تستخدم فى تلوين الياف السليلوز وينتج اللون فى مكانه على الخامة بالتفاعلات الكيميائية الترسيبية مثل الكاكى المعدنى (Mineral Kaki) ويتكون اساسا من اكاسيد النحاس والحديد والكروم التى تترسب داخل الخامة .

١٢ - البجمنت (Pigments)

تستخدم هذه الملونات فى تلوين الأقمشة فقط عن طريق تكوين فيلم من البجمنت مع مواد راتنجية يلتصق بالخامة وتثبت بالتجفيف والمعالجة الحرارية ويمتاز بسهولة التشغيل والألوان الزاهية ويستخدم فى صباغة وطباعة الأقمشة القطنية والمخلوطة .

تقسيم الصبغات حسب الأساس الكيميائى

تنقسم الأصباغ الى مجموعات كالآتى :

١ - ملونات الأزو (Azo Colorants)

أ - مركبات الديازو العطرية

١ - مركبات الديازو والمتأزدة

٢ - تفاعلات التزاوج .

ب - صبغات ازو

١ - الصبغات القاعدية .

٢ - الصبغات الحامضية .

٣ ـ الصبغات الموردانت والمعدنة مسبقا .
٤ ـ الصبغـات المبـاشرة .
٥ ـ ملونات الازو .

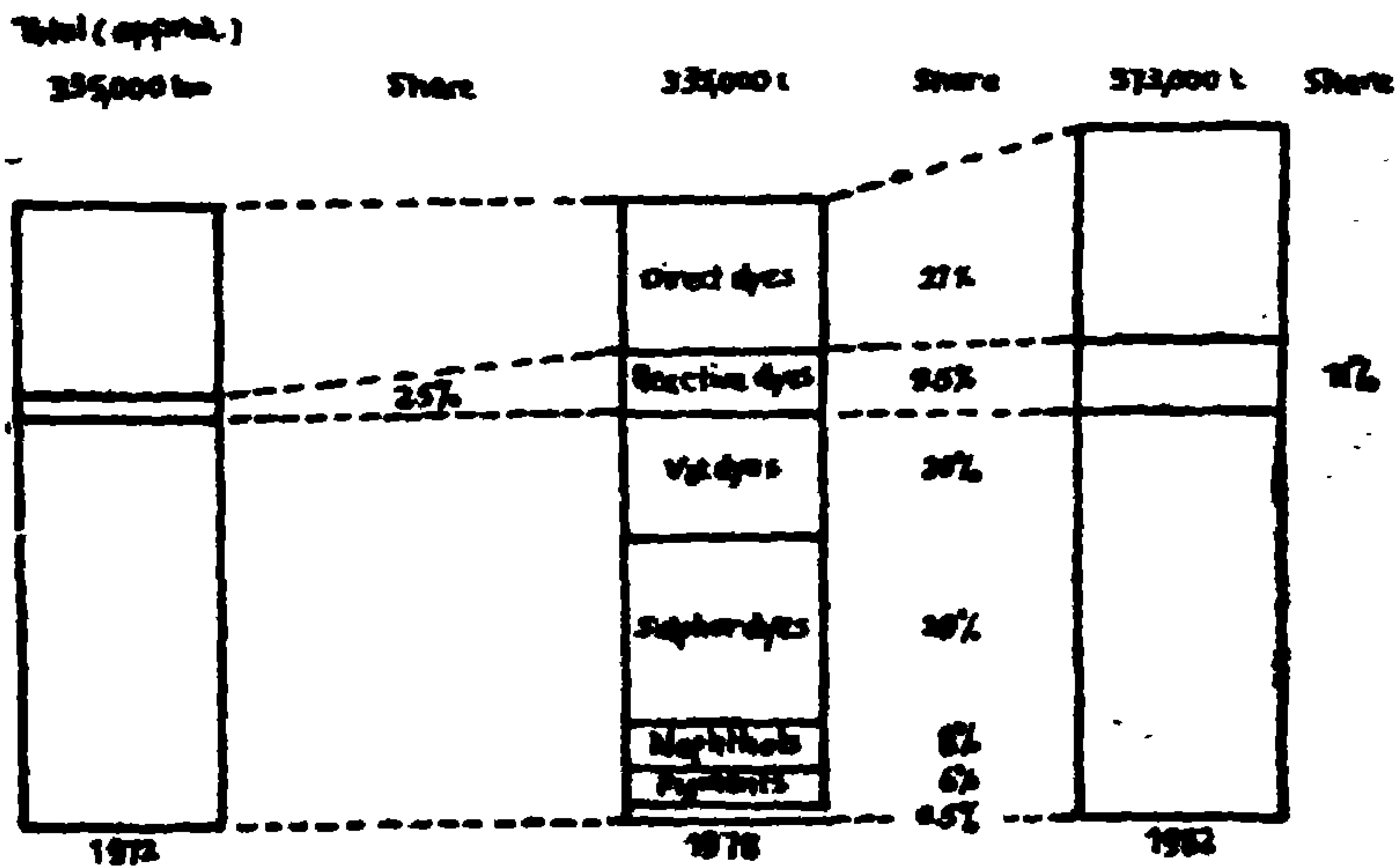
٢ ـ صبغـات الفينيل ميثـان	Phenyl methane Dyes
٣ ـ صبغـات الزانثـيرون	Xanthene Dyes
٤ ـ صبغـات الانديجـويد	Indigoid Dyes
٥ ـ الصبغـات الحلقيـة	Polycyclic quinone Dyes

أ ـ مجموعة الانثراكينون (صبغات الاحواض) .
ب ـ مجموعة النفتالين الحامضية (صبغات احواض) .
جـ ـ استيرات صبغات الاحواض .
د ـ صبغـات الانثراكينون الحامضـية .

٦ ـ الصبغـات الكبريتيـة	Sulphur Fusion Dyes
٧ ـ الملونات الامينيـة المؤكسـدة	Amine Oxidation Colorants
٨ ـ ملونات الفيثـالوثيانين	Phthalocyanine Colorants
٩ ـ صـبغات الانيـوم	Onium Dyes
١٠ ـ الصـبغات النشـطة	Reactive Dyes
١١ ـ البيجمنـت	Pigments

الاستهلاك العـالمى من الصبغات المختلفـة المستخدمة لصباغة الاليـاف السليلوزية :

دلت أحدث الاحصائيات على أن الاستهلاك العالمى من الصبغات وصل فى عام ١٩٧٨ الى ٣٣٥ الف طن وان النسـبة المئوية للاصناف المختلفـة من هذه الصبغات هى كما فى الشكل (٨٠) :



شكل (٨٠)

ولقد أوضحت هذه الاحصائيات ان نسبة الاستهلاك من الصبغات النشطة على سبيل المثال ، قد ارتفع من ٢ر٪ عام ١٩٧٢ الى ٩ر٪ فى عام ١٩٧٨ ويتوقع أن هذه النسبة سوف ترتفع الى حوالى ١١٪ عام ١٩٨٢ ، وان هذه الزيادة ترجع الى زهاء اللون ودسامته وكذلك لسهولة التشغيل ودرجات الثبات العالية التى يتميز بها ومن هذه الكميات التى تستخدم فان حوالى ٢٥٪ منها يستخدم للطباعة وان ٢٥٪ اخرى تستخدم فى الصباغة بطريقة الباد المستمرة اما الباقى فيستخدم بطريقة النفاذ فى الصباغة .

الصباغة

تعزى الصباغة أو ظاهرة الجذب بين الخامة وجزئيات الصبغة الى وجود مجموعات نشطة فى كل من مادة الاليـاف والجزيئات الصابغة وقد ثبت أن امتصاص الصبغات يحدث فقط على الاجزاء غير المتبلورة فى الالياف وعلى سطوح الجسيمات وأن الصبغات لا تتخلل الاجزاء المتبلرة بدليل عدم تأثر الصورة السينية للخامة المصبوغة .

طبيعـــة القوى الموجودة بين الصـــبغة والشعرة

(The Nature of Forces between Dye and Fibre)

يمكن تقسيم قو ىالتجـــاذب بين الصـــبغة وجزيئـــات الشعرة الى ما يأتى :

١ ـ التجاذب الالكتروستاتيكى بـين المراكـز النشـطة فـى الشـعرة وأيونات الصـــبغة .
٢ ـ الرباطات الكيميـــائية .
٣ ـ الرباطات الهيدروجينيـــة .
٤ ـ رباطات الفاندرفال (الاضافية) .

١ ـ التجـــاذب الأيونى « الالكتروستاتيكى »

التجاذب الايونى أو الالكتروستاتيكى ينتج عادة من وجـــود المراكز النشـطة داخـل الشعرة كمـــا هـــو الحال فى الصوف والنايلـــون أمـــا فـــى الشـعيرات السليلوزية فلا توجـــد مثل هـــذه المراكز النشطة الا اذا تمكك التركيب الداخلى للسليلوز بواسطة المواد المؤكســـدة وبالتـــالى يمكنأن تتكون مجموعة الكربوكسيلك (—COOH) التى تتأين فى المحلول وينتج عنهـــا تجاذب أيونى بينهـــا وبين الصبغات القـــاعدية أو أى مركبـــات كتيونية اخرى ، انمـــا عموما فان شعيرات السليلوز يمكن اعتبارهـــا خاليـــة من المراكز النشـــطة .

٢ ـ الرباطـات الكيمائية

الاتحـــاد الكيمائى بين جزيئـــات الصبغة والشعيرات السليلوزية تتم فقط فى حالة الصبغات النشطة حيث تتكون رابطة تسساهمية Covalent bond فى الجزيىء النشط فى الصبغة كمـــا فى المعـــادلة :



سليلوز ملون جزىء صبغة سليلوز

ومما يؤكد وجود هذه الرابطة التساهمية فى السليلوز المصبوغ بصبغة نشطة عدم امكانية ازالة لون النسيج باستخدام بعض المذيبات العضوية التى تزيل الصبغات المباشرة أو الأزوك وصبغات الأحواض من الخامات المصبوغة كما أن الخامات المصبوغه بالصبغات النشطة لا تذوب فى محاليل النحاس النشادرى .

٢ ـ الروابطات الهيدروجينية (Hydrogen Bonds)

نظرية الرباطات الهيدروجينية ودورها فى صباغة السليلوز بالصبغات المباشرة

تفترض هذه النظرية اتصال جزيئات الصبغة بجزيئات الخيط المكونة للخامة عن طريق ذرات الهيدروجين الموجودة بالمجموعات النشطة التى توجد بجزيئات الألياف أو بجزيئات الصبغة ولكى يتم الرباط الهيدروجينى هذا فانه يستلزم وجود مجموعات معطية للالكترونات (Electron donating)

وتنقسم المجموعات المسئولة عن التجاذب الجزيئى فى الصبغات الى مجموعتين :

أ ـ المجموعات التى تحتوى على أزواج وحيدة من الالكترونات والتى يمكن أن تتفاعل كعاطية للالكترونات .

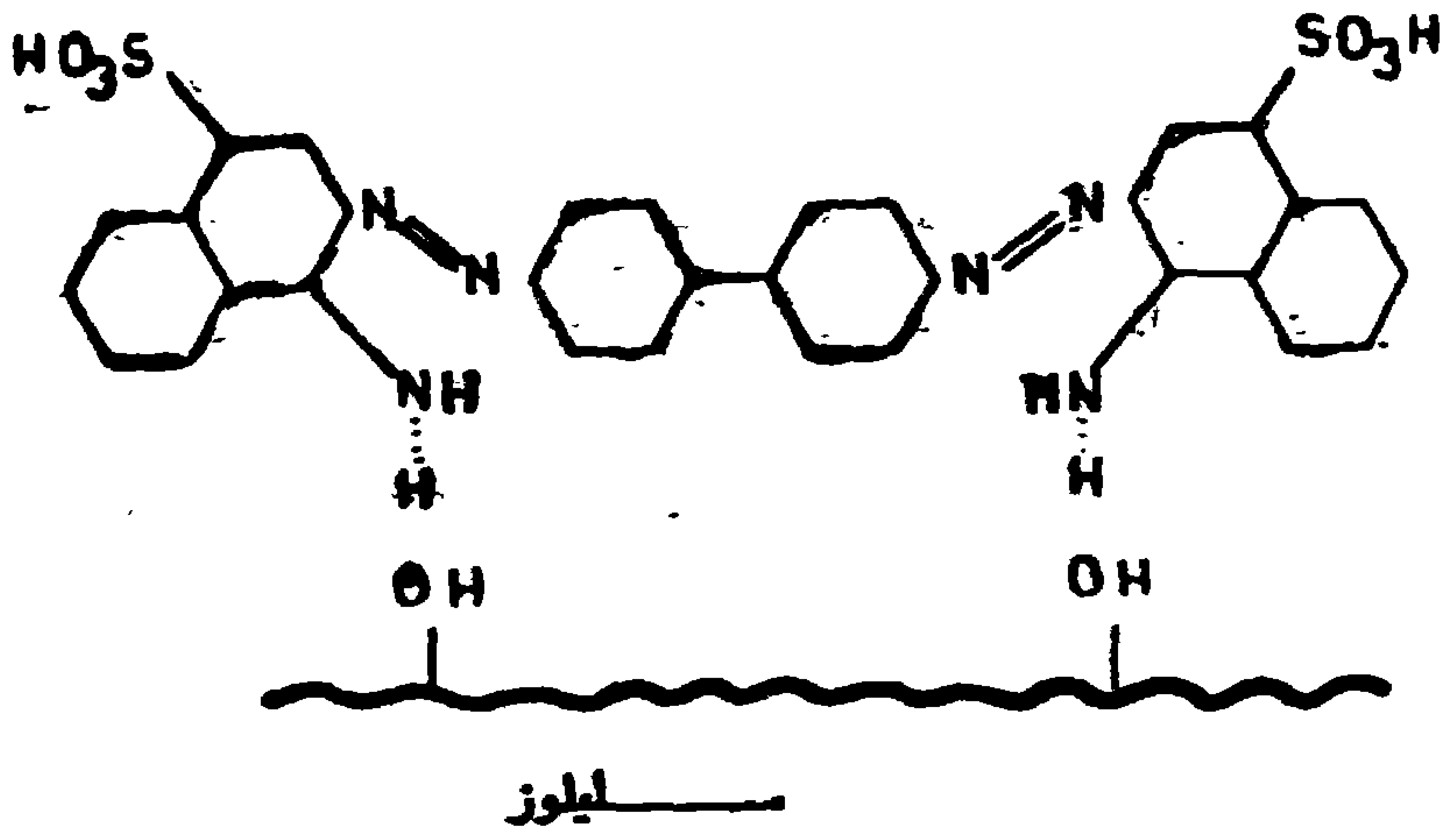
ب ـ المجموعات التى تحمل ذرة هيدروجين والتى لهما خاصية تكوين الرباطات الهيدروجينية وبالأخص عندما تكون منجذبة الى النيتروجين والاكسيجين كما فى الجدول :

أ — مجموعات عاطية للكهارب		ب — مجموعات معطية للهيدروجين	
—N=N̈—	H—Ö—	—C=C— (H H) ⋮	—N—C (H, ‖O) ⋮
—N̈H2	—N̈—HR	—O—H	—N—C—N (H, ‖O, H) ⋮ ⋮
—ÖR	—N̈RR		
N̈ < (N—, N—)	—S̈—	Ar—NH (H) ⋮	Ar —N—R (H) ⋮

وصبغـات القطن المباشرة يتبع الجـانب الأكبر منهـا فصيلة الأزو التى تتميز بوجود مجموعة الصبغ (—N=N—) يحتوى الجزىء على أكثر من مجموعة من هـذه المجموعات كمـا توجد الصبغة فى صورة ملح حـامض السلفونيك . وتدل البحوث على انه لكى يمتص السليلوز الصبغات المباشرة، والذى يعتبر من أحسن الأمثـلة لهـذا النوع من الترابط ، يجب أن تكون الصبغات ذات تركيب منبسط ، اى ان جزىء الصبغة يكون تركيبا خيطيـا مستقيمـا ، كما يجب ان يوجـد بالجزىء على الأقل مجموعتـان نشطتان يمكن أن تكونا مع مجموعات الهيدروكسيل رباطات هيدروجينية كما سبق ، كمـا يجب أن يكون البعـد بين هاتين المجموعتين مقـاربا لمسافات التكرار الجزيئى فى السليلوز ، اى ١٠٫٨ انجستروم .

رباط هيدروجينى من النوع الأول	رباط هيدروجينى من النوع الثانى
H—O—Cellulose ⋮ —N=N—	NH—C— (H, ‖O) ⋮ H—Ö—Cellulose

والحصول على جزيئات صابغة منبسطة التركيب يجب اختيـــار مكونات أساسية ذات تماثل وتفــاعل فى خط مستقيم ومن اهم هذه المكونات قاعــدة البنزيدين (Benzidine) والتى يشتق منهــا الجانب الاكــبر من الصبغات المباشرة ، ويتم اتحاد هذه الصبغة مع السليلوز كما فى الشكل :

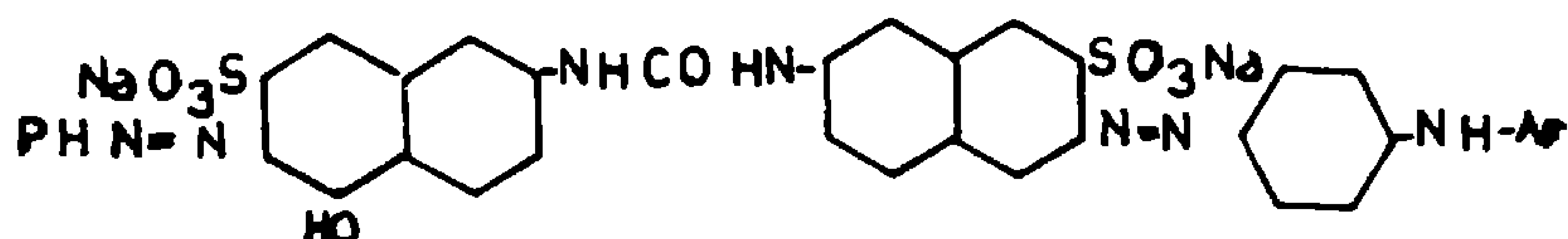


والشــكل الســابق يوضــح طريقــة تكوين الرباط الهيدروجينى بـين مجموعتى الامين الموجودتين بجــزىء الصبغة ومجموعتى الهيدروكسيل فى السلسلة السليلوزية .

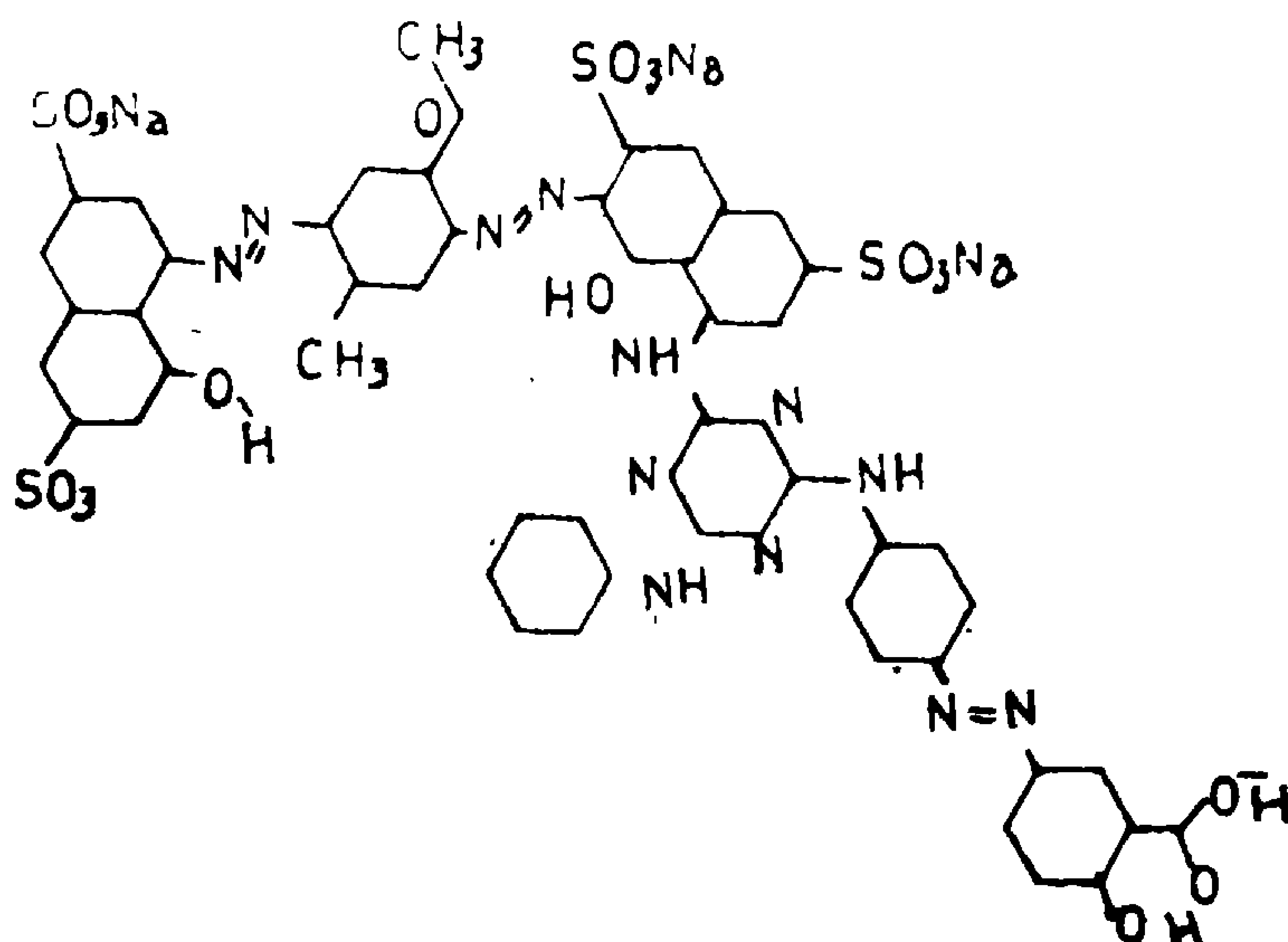
وتختلف قابلية صبغــات البنزيدين للسليلوز باختــلاف نوع الأســس المتصلة بمجموعة الديازو وعدد هذه الأسس ونوع المجمــوعات النشطــة الموجودة بالجزىء ، فقــد وجد ان قابلية الصبغات تزيــد بزيادة الوزن الجزيئى للصبغة ووجود مجموعة الامين ممــا يعمل على زيادة هــذه الخاصية وكذلك لوجود ذرات الهالوجين (مثل الكلور والبروم) .

كمــا يوجــد ايضا عدد من المركبات والمجموعات الكيميائية بالاضافة الى البنزيدين والتى اذا ادخلت فى جزىء صبغــة أضافت عليه خاصــية

صباغة السليلوز ومن هـذه المركبات الحامض J (Acid J) ، فالحامض يمتـاز بانه يمكن أن يكون جزيئـات صبغة ذات تركيب مستقيم مثـل صبغة القطن المشهورة Benzo Fast Scarlet 4BS والتى تمتـاز بزهاء اللون وارتفاع درجة ثباتهـا للغسـيل .

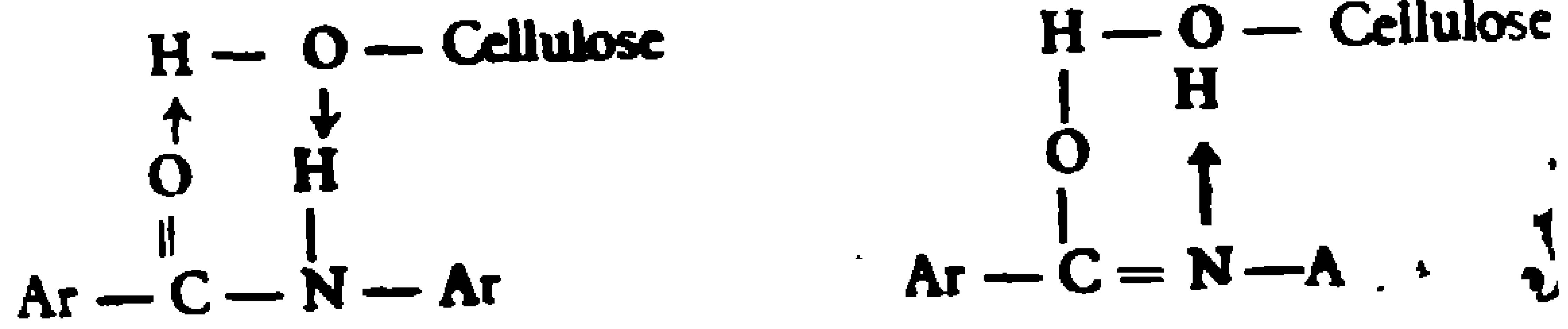


وبالرغم من أن جزيئـات معظم الصبغات المباشرة يمكن أن توضـع فى صورة فراغيـة مستقيمـة الا أنه لا يمكن تعمـيم هذا المبـدأ لأن هناك الكثير من الصبغات المباشرة التى لا يمكن أن تعطى تركيبا مستقيما ومع ذلك فلهـا قابلية عاليـة للسليلوز ، ومن هـذه الأمثلة
Chlorantine Brillant Green 36L



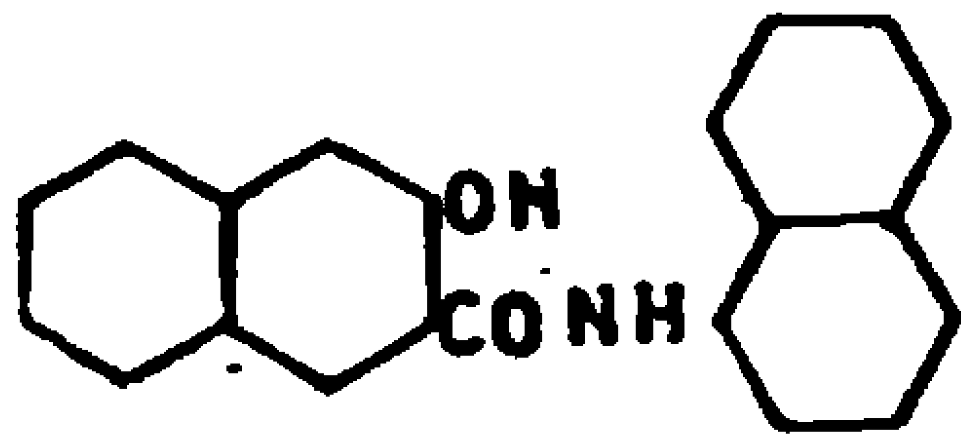
من هـذا العرض للتركيب الكيميائى للصبغات المبـاشرة وقابليتـه للصباغة يمكن القول بأن المجموعات النشطة المكونة للرباطات الهيدروجينية فى مواضع تسمح بتبـادل هـذه الرباطات مع مجموعات الهيدروكسيل فى

السليلوز ومجموعة الاميد (—CONH) من اهم المجموعات المطلية وزيادة قوة الامتصاص ويعزى تأثير لخواص الادمصاص فى الصبغات المباشرة وجود هذه المجموعات الى انها يمكن أن تكون مع مجموعة الهيدروكسيل رباطا هيدروجينيا مزدوجا كما هو واضح فى التالى :

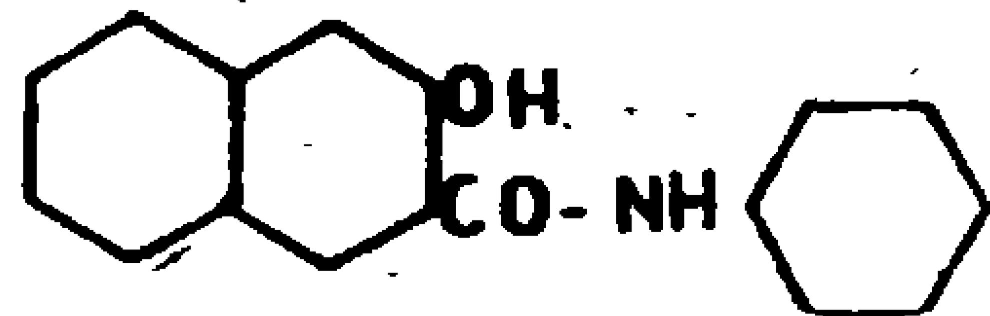


والى وجود هذه المجموعة تعزى قابلية الصباغة بمركبات النافتول أ س (Naphtol AS)

والمعروف أن البيتانافتول (β-Naphtol) أو بالاصح الملح الصوديومى لهذه المادة ليس له أى قابلية للسليلوز بينما أنيليد الحامض المشتق من هذه المادة على ذرة كربون رقم ٣ (نافتول أ س) تمتاز بقابلية عالية للسليلوز وترتفع هذه القابلية باستبدال الانيلين بالنافتيل أمين أو الانتراسيل أمين وهذا يتمشى مع ما سبق ذكره من أن زيادة الوزن الجزيئى يتبعه زيادة فى قدرة الادمصاص .



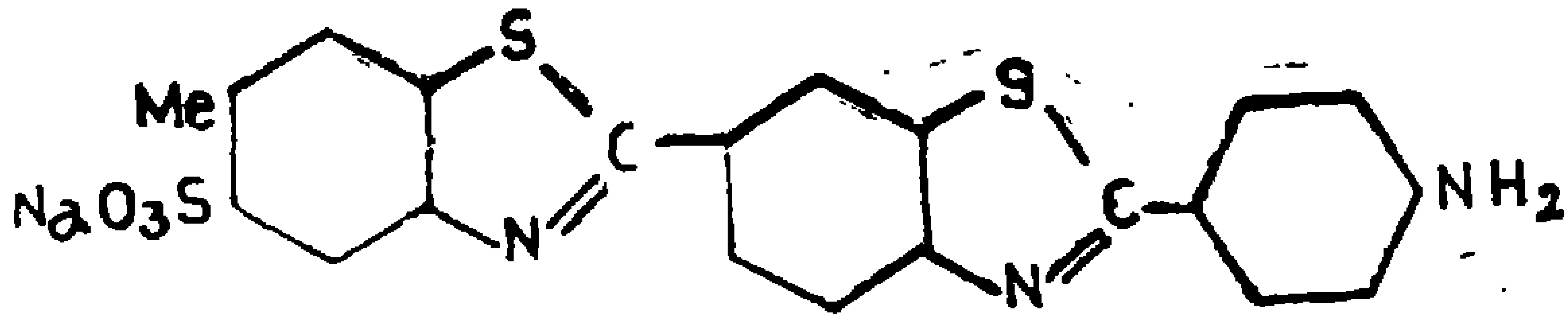
نافتول أ س — ب و



نافتــول أ س

اما تأثير وجود ذرة الكبريت فى اعطاء قابلية الصباغة المباشرة فيدل عليه قابلية الصبغات الكبريتية وصبغة البريميولين للالياف السليلوزية

على انه لكى يكون لذرة الكبريت هـذا التأثير على القابليـة يجب أن تكون جزء من تركيب حلقى كمـا هـو الحـال فى الصبغـات المذكورة وفى هـذا التركيب توجد ذرة الكبريت فى حالة الكترونية غير مشبعة ، ولهـذا فهى تكون بسهولة رباطات هيدروجينية مع مجموعات الهيدروكسيل فى السليلوز ، اما وجود الكبريت فى صورة حامض السلفونيك فانه لا يسبب القابليـة بل يقللها كما سنراه فيما بعد ٠



صبغـة البريميولين

وللتراكيب الحلقيـة المتكاثفة تأثير كبير فى زيادة قوة الصباغة ويرجع قـوة الامتصـاص العاليـة لمركبات الليـكو لصبغـات الاحـواض الى هـذه التراكيب الحلقيـة والى امتداد الرباطات الزوجية المتعاقبة مسافات طويلة فى الجزىء الصـابغ ٠

قـوى فاندرفال الغـير قطبيـة (van der Waals)

هـذا النوع من التجاذب بين الصبغة والشعرة يتم عنـدما يكون لكل منهمـا جزيئات طويلة ومسطحة (مثلمـا فى حالة الشعيرات السليلوزية والصبغات المبـاشرة او صبغات الاحـواض وكذلك اليـاف الاسيتـات والصبغات المباشرة) ، او عندما يحتوى كل منهما على نسبة معقولة من مجموعات الهيدروكربون النقية (اما الفاتية او عطـرية) (مثـل بعض الصبغات الخاصة بصباغة الصوف ومعظم صبغات البولى اسـتر) ٠

الغرض من الصباغة وكيفية الحصول على صباغة متجانسة

المحصلة النهـائية لصباغة الخامات النسجية يمكن الحصول عليهـا بثلاثة طـرق أساسـية :

أ ـ معالجة الخامة بمحلول مائى للمادة الملونة والتى لها قابلية للالياف .

ب ـ معالجـة الخامة بمحلول لشق من الصبغة وعن طريق التفاعل الكيميائى تتحول الى مادة ملونة داخل الشـعرة بمعالجتهـا بالشق الثانى كمـا فى حالة صبغات النافتول .

جـ ـ معالجة الخـامة بمستحلب مادة راتنجية أو بلمـر معلق به البجمنت ، يكون عنـد تجفيفه ومعالجته حراريا فيـلم راتنجى ملون على سطح الخـامة .

والطريقة (أ و ب) يطلق عليهمـا « صباغة » ، أما الطريقـة « جـ » فانه عـادة يسمى تلوينـا أو صباغة البجمنت .

وان كان الهدف من عملية الصباغة هو تحسين مظهرية الخامة أو لأغراض أخرى فانه يلزم فى كل الحالات أن تكون المصبوغات لهـا درجات ثبات مناسبة لعدة عوامل مثل الضـوء والغسيل ـ البلـل ... الـخ والتى يحتمل أن تواجهها أثناء التشغيل أو الاستخدام هـذا بجانب اللون المطلوب .

والحصول على الشروط الثلاثة ـ اللون السليم ، الثبـات الجيد ، والتجانس التـام يمثل الـسس فن الصـباغة واختيـار اللون المطـلوب بدرجة الثبات اللازمة للخـامة المصـبوغة يمكن تحديدهـا قبل عمليـة الصباغة أما الوصول الى صباغة متجانسة للخامة فانه يمثـل أهـم هدف يسعى اليـه الصباغ وتدور حوله تكنولوجيـا عملية الصباغة ، وانه لمن المهم أن نوضح كيفية الوصول اليـه .

ولنبدا بالطريقة « أ » فاذا اخذنا عينة نسيج قطنيـة جهزت جيـدا للصـباغة واستخدم محلول صبغة قطن مباشرة قابلة (Substantive Dye) بغرض توزيع الصبغـة بانتظام خـلال الخامة فمن هـذا النظـام نجد أن محلول الصبغة يمثل حجر الزاوية فى هـذا النظام ، فالخامة قـد جهزت جيـدا وسهلة الابتلال بالمـاء ، وهـذا الأخير يمثـل الوسيلة الجيـدة لتوزيع الصبغة وبالتـالى فالمحلول يمكن أن يصل الى جميع أجـزاء الخامة فى وجـود الحركة النسبية بين المحلول والخامة باستخدام الماكينة المناسبة للخامة المطلوب صباغتهـا سواء كانت اليـاف شعر ، خيوط ، أقمشـة ... الخ .

وقابلية الصبغة للخـامة يمكن أن تؤدى الى أن الصبغـة تنتقـل بسرعة الى الخامة وتندفع الى احـد الأجزاء بينمـاالجزاء أخرى تترك بدون صباغة أو تصبغ بدرجة اقل ، ولكن لحسن الحظ فان معظم الصبغات تمتلك خاصيتين يستطيع الصباغ أن يستغلهمـا لصالحه فى الحصول على صباغة متجانسـة وهمـا :

الخاصة الاولى : قدرة الصبغة على الهجرة أو التجانس

وهى قابلية جريئات الصبغة عند ادمصاصهـا عـلى سـطح شـعيرات النسيج على ترك هذا السطح والعودة الى الحمـام مرة اخـرى للالتصاق بمكان آخـر من الشـعرة .

الخاصية الثانية : تاثير درجات الحرارة واضافة مواد مساعدة الى محـلول الصـبغة .

وهـذه العوامل لهـا القدرة على التحـكم فى معدل الادمصـاص (rate of adsorption) للصبغـة من المحلول الى الشعرة .

والتحكم فى هاتين الخاصيتين الأساسيتين — الهجرة والتجانس —

تساعد فى الحصول على صباغة متجانسة .

والطريقة (ب) يمكن أن تتضمن العوامل السابقة لو أن المادة المستخدمة التى سوف تتحول فى النهاية الى صبغة تكون لها قابلية للخامة ، ومن الواضح أن هذه المادة قبل أن تتحول الى صبغة يجب أن تتوزع بانتظام على الخامة حتى يكون اللون النهائى المتكون متجانس التوزيع . والواقع أن المواد التى ليس لها قابلية للخامة والمستخدمة فى تكوين الالوان لا تمثل أى مشكلة من ناحية التوزيع المنتظم نتيجة للادمصاص السريع . والتوزيع المنتظم لمثل هذه المواد فى النسيج يعتمد على مدى تجانس وانتظام عمليات الغمر . وهذه الاعتبارات السابقة يمكن أن تنطبق على الطريقة (ج) .

وخواص القابلية والهجرة هى عامة فى الصبغات ولكن هناك بعض الصفات الخاصة التى تستخدم فى حالة أنواع معينة من الصبغات ويمكن أن تستخدم كميزة للمساعدة فى الحصول على صباغة متجانسة ، على سبيل المثال ، صبغات الأحواض يمكن أن تستخدم كبجمنت أو صبغات ففى الحالة المختزلة (أو الذائبة) تكون هذه الصبغات ذات قابلية عالية للخامة وتعتمد على الاعتبارات المذكورة فى الطريقة (أ) عند صباغتها ، أما فى الحالة الغير مختزلة — أى بجمنت — فانها تكون منتشرة فى المحلول وليست لها أى قابلية للخامات السليلوزية وعند غمر الخامات فى الصبغة المنتشرة بحيث يتم توزيعها بانتظام فسوف يؤدى ذلك الى توزيع متجانس للصبغة الغير مختزلة على الخامة ويمكن بعد ذلك أن تتعرض لعملية الاختزال وهى على الخامة لتتحول الى المركب الذائب الذى له قابلية للشعرة والذى يتغلغل داخل الخامة بطريقة منتظمة وتحصل فى النهاية على صباغة متجانسة .

عمليـــة الصباغـــة

تتوقف عملية الصباغة وسرعتهـا على العوامل الآتية :

١ ــ التركيب والصفـات الكيميائيـة والطبيعية لألياف النسيج الطبيعية منهـا والصناعية وايضـا مقدرتها على الانتفـاخ فى المـاء وامتصاص الرطوبة من الجو ونوعية ما تحتـويه من مجموعات كيميائية .

٢ ــ تركيب الصباغات ودرجة ذوبانهـا فى المـاء ونوعية المجموعات الكيميائية التى تحتويهـا ومن المعـروف أن معظم الصبغـات المستعملة تذوب فى المـاء ما عدا صبغات الأحواض والصبغات الكبريتيـة وكذلك الصبغـات الناشرة (Disperse Dyes) لها فالصبغات الذائبة تتحلل فى المـاء الى ايون ملون سالب الشحنة (—Ve) نتيجة لوجـود مجمـوعات السلفونيـك ($-SO_3^-$) والكربوكسيلك ($-COO^-$) وكتيون غير ملون موجب الشحنة (+Ve) نتيجة وجود كتيون الصوديوم. (مثل الصبغات المباشرة) .

لذلك فعنـد غمر اليـاف النسـيج فى محلول الصبغـة المـائى فينشأ ما يسمى بالظاهرة الالكتروكيميائية وذلك نتيجة تأين كل من المجموعات الكيميائية التى يحتويها النسيج والصبغة على السواء ــ اى بمعـنى انه يتكون على سطح النسـيج شحنات كهربائية نتيجة قوى الجذب والطرد وهـو ما يسمى بالجهد الغشائى السطحى ــ أو الجهد زيتا (z-Potential) وهو يؤثر بدوره على توزيع الأيونات الملونة فى كل من المحلول وعلى سطح النسـيج .

٣ ــ درجة حـرارة حمام الصباغة .

٤ ــ تركـيز الصـبغة .

٥ ــ قابلية الصبغة للنسيج (Substantivity or Affinity)

٦ ـ درجة الاس الهيدروجينى لمحلول الصبغة (PH)

٧ ـ وجود الاملاح المتأينة وتركيزها (Electrolyte)

وعليه فان ميكانيكية عملية الصباغة تتم كالآتى :

١ ـ انتقال الصبغة من المحلول المائى الى سطح النسيج .

٢ ـ امصاص الصبغة بواسطة السطح الخارجى للنسيج .

٣ ـ تخلل او نفاذ الصبغة من سطح الاليات الى الداخل فى اتجاه المركز .

٤ ـ اتحاد الصبغة بالاليات .

محاليل الصبغات

تجرى الصباغة فى محاليل مائية للصبغات وهذه المحاليل تحتوى على الصبغات فى صورة املاح متأينة والجانب الملون اما أن يكون على هيئة أيون سالب (انيون) كما هو الحال فى الصبغات المباشرة والحمضية او يكون فى صورة أيون موجب كما فى حالة الصبغات القاعدية ويمكننا تطبيق هذه القاعدة على معظم الصبغات . فمثلا فى حالة الصباغة النافتول (الازو) تحدث الصباغة باستعمال ملح صوديوم للنافتول وفى صبغات الاحواض والصبغات الكبريتية تجرى الصباغة فى وسط مكون من ملح الصوديوم للمركب المختزل لهذه الصبغات وصبغات الانديجوزول هى عبارة عن أملاح صوديوم للمركب الاستيرى الكبريتيكى لصبغات الاحواض اما فى حالة صباغة الالوان المؤكسدة على الخامة فتجرى الصباغة باستعمال ملح القاعدة حيث تكون القاعدة الأساس الصابغ على غرار الصبغات القاعدية .

وتدل البحوث على أن محاليل الصبغات لا تتكون من محاليل جزئية بل فى صورة غروية اى ان الجزيئات توجد فى هذه المحاليل متجمعة فى صورة جسيمات تختلف فى الكبر (عدد الجزيئات) باختلاف نوع الصبغة

نفسهـا وباختلاف درجة الحرارة وكمية الملح الموجود فى حمـام الصباغة (Electrolyte) ولا يحتوى المحلول على جسيمات ذات وزن معين بل على جسيمات تختلف فى أوزانهـا الجزيئية ابتداء من الجزيئات الفـردية الى الجسيمات الضخمـة .

وتاثير اضافة الملح الى حمام الصباغة هو زيادة درجة تجمع الجزيئات بعكس تاثير الحـرارة التى تسبب التقليل من هذه الدرجـة . وبالرغـم من الحالة الغروية (Colloidal State) المعقدة لمحاليل الصبغات فقـد ثبت ان الصباغة أو امتصاص الخامة للصبغة لا تحدث الا بواسطـة الجزيئات الفردية اى بواسطة الايونات الملونة . وهـذا يفسـر سبب اجـراء عملية الصـباغة فى درجة قريبـة من الغليان اذ أن فى هـذه الدرجـة يقترب المحلول من الحالة الجزيئية ويرتفع معـامل التـأين .

تاثير مجموعة السلفونيك

من المعروف ان وجود مجمـوعة السلفونيك (SO_3^-) فى الصبغات المباشرة من الأمور الضرورية لاعطـاء هـذه الصبغات خاصـية الذوبان والتاين وتزداد درجة الذوبان بزيادة عدد هـذه المجموعات فى الجزىء الا ان هـذه الزيادة يتبعهـا خفض فى قابلية الصبغة للخـامات السليلوزية والسبب فى ذلك ان هذه المجموعة تحمل شحنة سالبة ولما كان السليلوز نفسـه يكتسب شحنة سالبة عند وضعه فى المـاء فان وجود مجمـوعات السلفونيك فى جزيئات الصبغة يعمل على حدوث تنـافر بينها وبـين ألياف السليلوز . ولهـذا فانه لكى تحدث الصـباغة (بدون اضافة ملح) يجب ان تكون الشحنة الموجبة الناتجة عن المجموعات النشطة الاخرى فى الجزىء مثل (—N=N— , NH_2) اعلا من الشحنـة الناتجـة من مجموعات السلفونيك . كما يجب أن يكون موضع مجموعات السلفونيك فى الجانب من الجـزىء البعيد عن الجانب الذى توجـد به المجموعات النشطة وذلك حتى لا تسبب التقليل من قوة الجـذب بين الصبغة والسليلوز .

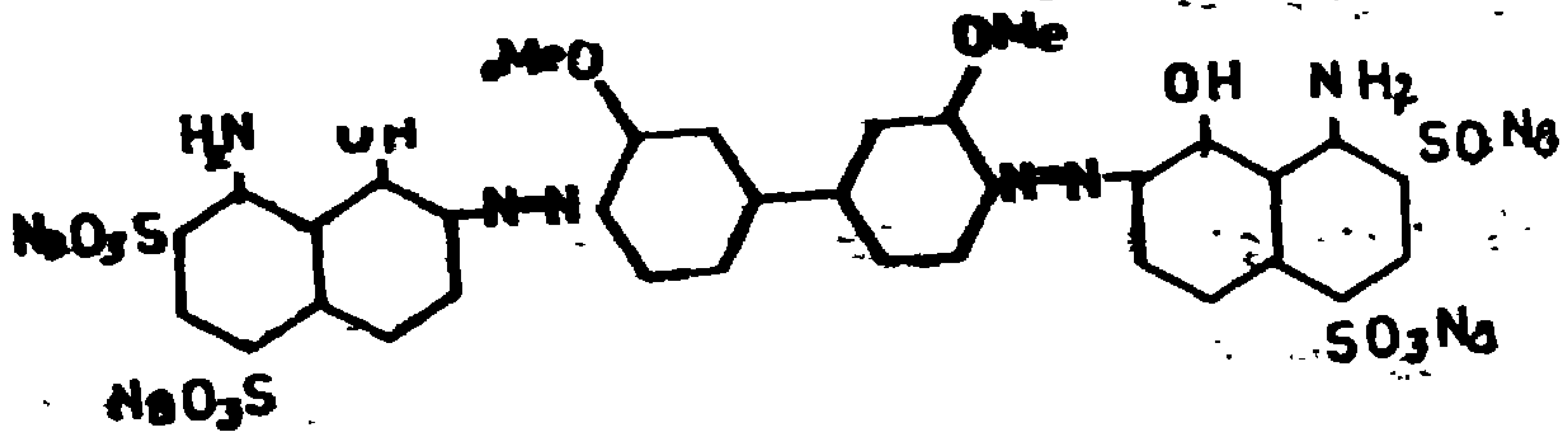
تأثير اضافة الملح

تجرى صباغة الالياف السليلوزية بالصبغات المباشرة فى أغلب الاحيان باضافة جانب من ملح متأين مثل ملح الطعام أو كبريتات الصوديوم على الاخص عند استعمال نسبة مرتفعة من الصبغة وذلك لكى يمتص السليلوز اكبر كمية ممكنة من الصبغة من الحمام .

اما تأثير اضافة الملح فى هذه الحالة فهو أولا : خفض درجة ذوبان الصبغة فى الماء ودفع التعادل الى جانب الالياف أى زيادة قدرة الادمصاص وبالتالى زيادة تغلغل الصبغة داخل الشعرة وثانيا : معادلة الشحنة السالبة الموجودة على سطح الالياف والتى تعوق دون امتصاص جزيئات الصبغة وذلك لأنه عند اضافة الملح الى حمام الصباغة تتجه ايونات الصوديوم الموجبة الى الالياف وتدمص عليها فتعادل الشحنة السالبة أما أيونات الكلور أو السلفات فانها تتنافر وتبتعد عن الألياف بسبب شحنتها السالبة .

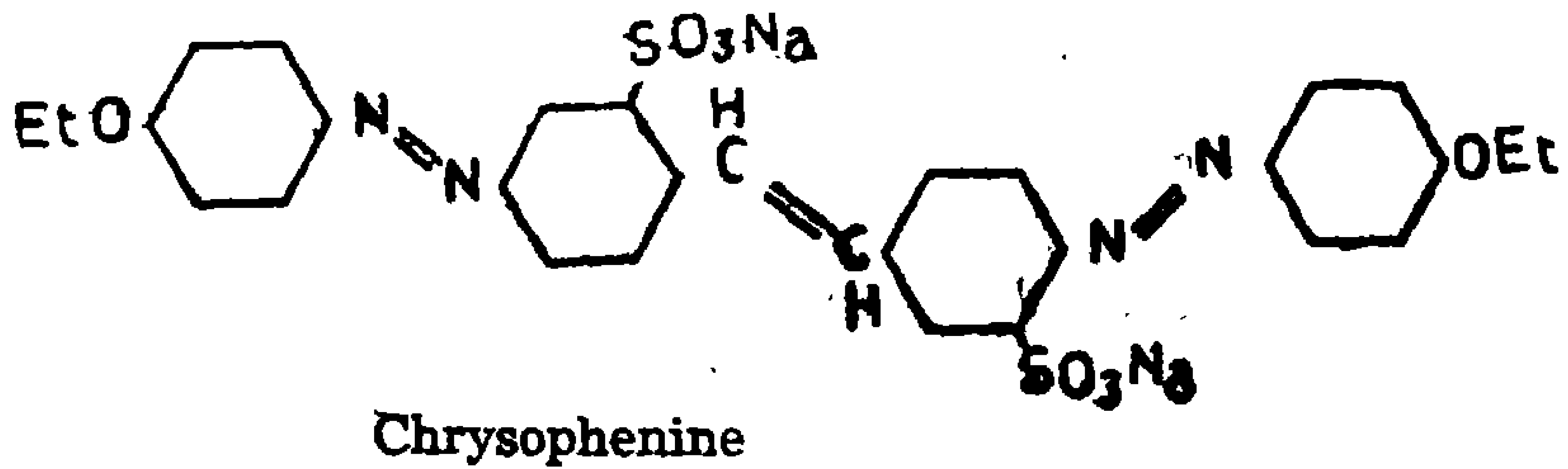
ومما يجدر ذكره بهذه المناسبة أن بعض الصبغات المباشرة اذا استعمل فى صورة نقية (خالية من الاملاح) فانها لا تصبغ السليلوز ومن امثلة هذه الصبغات صبغة الازرق السماوى المباشرة ف ف

Chlorazol Sky Blue FF



والسبب فى اختفاء القابلية فى هذه الحالات هو تغلب تأثير الشحنة السالبة الناتجة عن وجود مجموعات السلفونيك اذ تحتوى هذه الصبغة على أربع من هذه المجموعات ولهذا يجب عند الصباغة بهذه الصبغات استعمال الملح .

أما اذا زادت الشحنة الموجبة على الشحنة السالبة فانه يمكن اجراء الصباغة بدون اضـافة ملح كمـا فى حالة صبغة الكريزوفينين وأحمـر الكنغو والبنزوبربولين وجميع هذه الصبغـات تحتـوى فقط عـلى مجموعتى سلفونيك .



Chrysophenine

حالة التوازن بين الشعرة والصبغـة

(Dye Fibre Systems at Equilibruims)

عند غمر الشعيرات السليلوزية فى محلول صبغة مباشرة فان جزيئات الصبغة تنتقل من الحمـام وتدمص على الشعرة حتى تصـل الى مرحلة التوازن • وتحت تأثير أى من حرارة وتركيز الاملاح فان حالة التوازن الحقيقى تصل اليهـا عندما تكون كل شعرة قد صبغت بانتظام خـلال مقطعهـا ولا يحـدث اى تغيير فى تركيز الصبغة على الخـامة بعد ذلك مهما طالت مدة بقـاء الشعرة فى محلول الصبغة . وحالة الاتزان هـذه لأى نظـام للشعرة والصبغة يمكن الوصول اليه اما فى خلال فترة قصيرة أو ربمـا بعد عـدة شـهور .

وانه لمن السهل دراسة أى نظـام معين فى حالة التوازى عنه فى حالة النظـام الذى يكون فى حالة تغير مستمر ويجب التـأكد من الوصول الى حالة التوازن الحقيقية حتى تكون الملاحظـات والاستنتاجات المـأخوذة سليمة والطريقـة المثالية للوصول الى حالة التوازن هذه وتحديدهـا تتكون من عمـل عدة تجـارب صباغة منفصلة تحت نفس ظروف درجة الحرارة وتركيز الاملاح المتباينـة لمدد تتراوح من ١ ، ٢ ، ٤ ، ٨ ، ١٦ يوما أو

اكثر وتدون ملاحظات توزيع الصبغة بين الشعرة والمحلول ثم تعين الفترة الزمنيـة التى بعدهـا لا يحدث اى تغيير فى النظام وتأخـذ هذا الزمن على انه الوقت اللازم للوصول الى حالة التوازن ، وعنـد ملاحظة توزيع الصبغة فى الشعرة فمن المهم أن نتجنب الصـباغة السطحية للشعرة والتى ترجع الى التغلغل البطىء للصبغة من سطح الشعرة الى الوسط وبالتـالى تتركز حول الجدار الخـارجى للشـعرة وقد ينتج عن ذلك توازن كاذب (False Equilibruim) نتيجـة لمثل هذه الصباغة السطحية للشعيرات ويساعد على تمييز ذلك التغير البطىء فى تركيز الصبغة فى الحمـام مع الوقت .

فالتوازن الحقيقى اذن هو الحالة النهـائية لعملية الصـباغة وهى التى تكون عندهـا جزيئات الصبغة قد انتقلت من المحلول الى الشـعرة وانتشرت بداخلهـا . وفى محلول الصباغـة تكون جزيئات الصبغـة منتشرة بانتظـام خلال المحلول أى أن تركيز الصبغة خلال المحلول يكون متجانس فاذا كانت الصبغة المستخدمة هى صبغة مباشرة فانهـا تتأين فى المحلول وتكون أيونات الصبغة والكتيونات مثل الصوديوم أو اى كتيونات اخرى مع جزيئـات المـاء جميعها فى حركة مستمرة ، بعض الايونات تتحـرك بسرعة أكبر من الاخرى كما أن البعض الآخـر قد يحتوى على طاقـة كافيـة للتغلب على الجهـد السطحى الحاجب للشعرة وتخترقهـا ومثل هـذه الايونـات يمكنهـا أن تلتصق بالسليلـوز عـن طريـق التجـاذب بينهمـا أما تحت الظروف التى يكون فيهـا الجهد الحاجب قد قل أو تعـادل باضافة كميـة كافيـة من الامـلاح فان أيونـات الصبغة تستطيع الدخـول بحريـة داخل الشعرة وتصبح ملتصقة به وكل ايون صبغة تأخـذ معهـا الكتيونات

---

*Dyeing of Cellulesic Fibres and Related Processes, S.R. Cocket and K.A. Hilton, Leonard Hill Ltd, London (1961) P. 211

اللازمة مثل كتيونات الصوديوم للحفـــاظ على الحياد الكهربى للنظـــام ككل وعند ارتباط أيون الصبغـــة داخـــل الشعرة فان قوة الرباط بين الصبغة والشعرة قد لا يكون قويا بالمقـــارنة بطاقة أيون الصبغة نفسه وبالتالى فان أيـــون الصبغة ينفصل باستمرار من نقطـــة معينـــة وينتقل الى نقطة جـــديدة داخل الشـعرة وكلما زاد قوة التمـــاسك بين ايوانات الصبغة والسليلوز كلمـــا صـعب عليهـــا الحركة والانتقال وهـــذا يفسر السبب فى أن الصبغات تختلف من ناحية ثباتهـــا للبلل ولدرجـــة قابليتها للالياف ٠

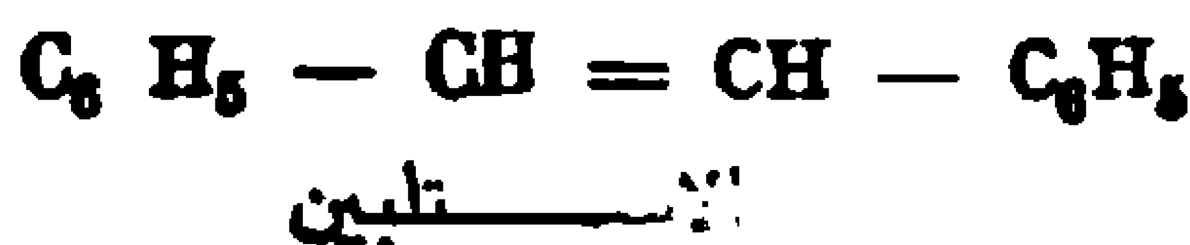
الفصـــل الثـانى

الصـــبغات المبـــاشرة

Direct Dyes

يمكن تعـريف الصبغات المباشرة بأنهـا صبغـات تذوب فى المـاء وتمتص مباشرة من محاليلهـا بواسطة القطن والأليـاف السليلوزية الأخرى وتحتل هـذه العـائلة مركزا هـاما بالنسـبة لسائر فصـائل صبغـات القطن الاخرى وتصنع من مجموعة كبيرة من المركبـات الكيمائيـة الوسـيطة (Intermediate) والتى يمكن تقسيمها كالآتى :

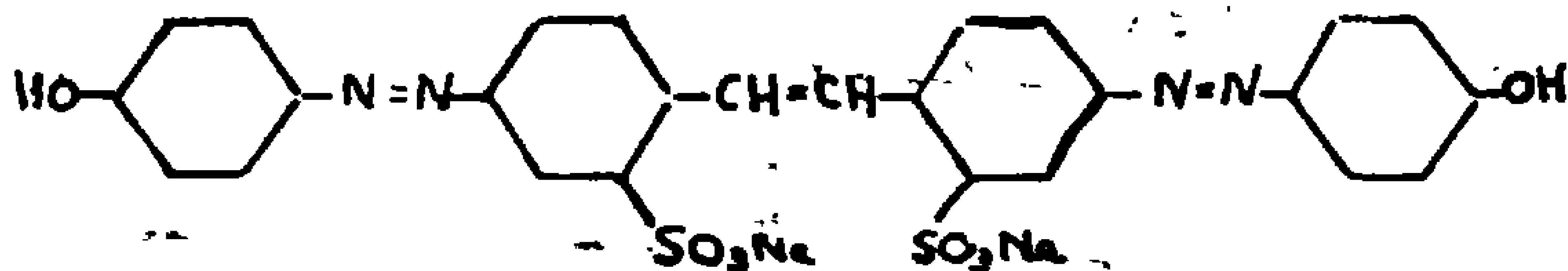
أ - الاستلبين (Stilbene type)



$$C_6H_5 - CH = CH - C_6H_5$$

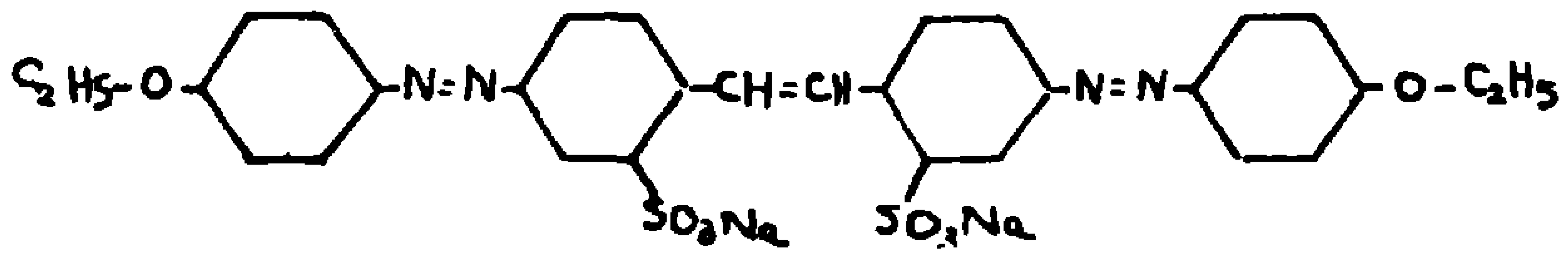
الاستلبين

والصبغـات من هـذا النـوع تحضر من البرا نيتروتلويين لحامض السلفونيك ومنه يحضر ثنـائى أمين الاستلبين (Diamino stilbene) وهـذا الأخير يمكن تحويله الى الديازو (Diazo) الذى يتزاوج (Couple) مع عناصر متنوعة لتكوين أصـباغ مثل صبغة Brilliant Yellow



والصبغـة (Brillant Yellow) لهـا تلبلية عاليـة للأليـاف السليلوزية ولكنهاغيرثابتة للقلوى لوجود مجموعاتالفينول (Phenolic groups

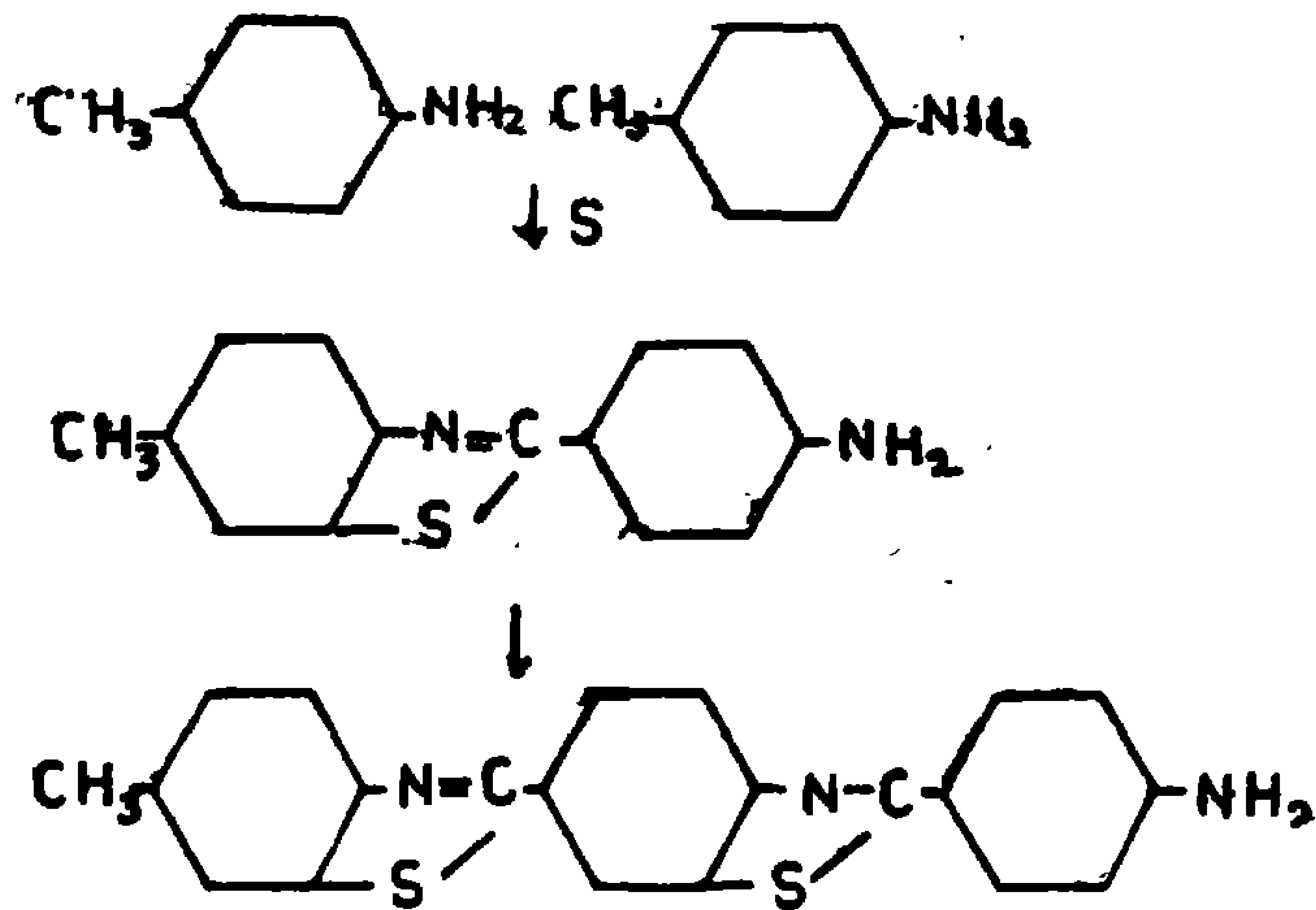
وعنـــد الكلت (Alkylation) هـــذه المجموعات ينتج عنهـــا مشتقات الكريزوفينين (Chrysophenine) التى لهـــا درجـــات ثبات عالية للقلوى كالمثـــال الآتى لصبغة الكريزوفينين ج (Chrisophenine G)



ويتزاوج ثنائى أمين الاستلبين مع نواة النـــافتول تعطى ظلال اللون الأحمـــر وهذه التركيبات هى أســـاس العـــديد من الصبغات المبـــاشرة الصفراء ، والبرتقالى ، والحمراء . وهـــذه الصبغات رخيصة ولهـــا درجات ثبـــات جيدة للضوء والكلور .

٢ — الثيـــازول (Thiazole Type)

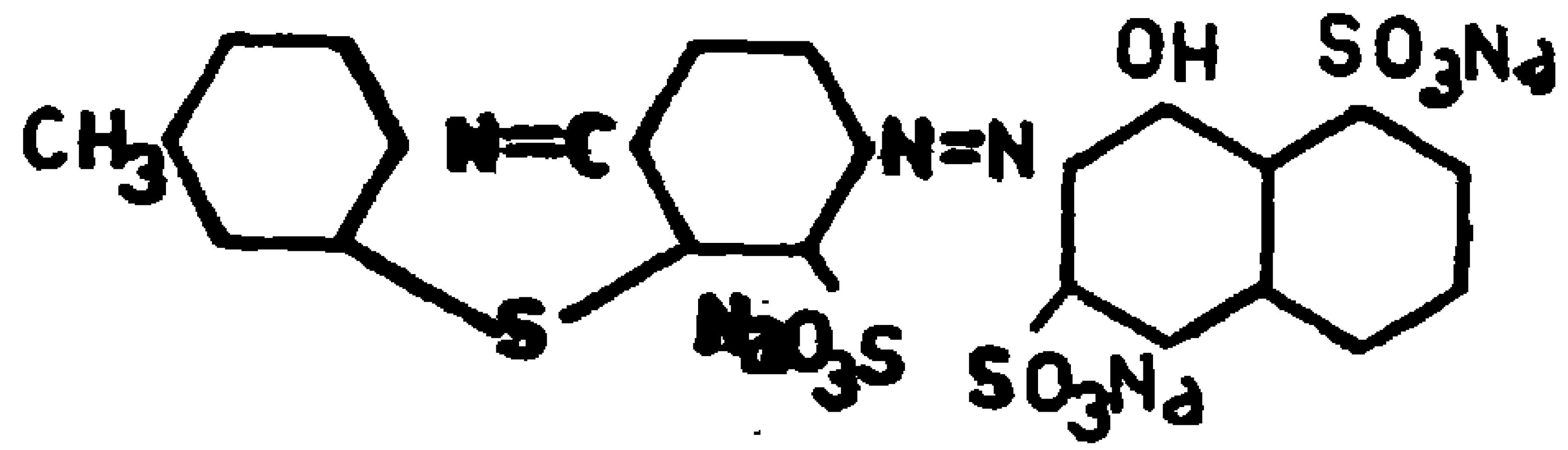
يمكن الحصـــول على هـــذا النوع من الصبغـــات من الباراتلودين (p-Toluidine) والكبريت كالآتى :



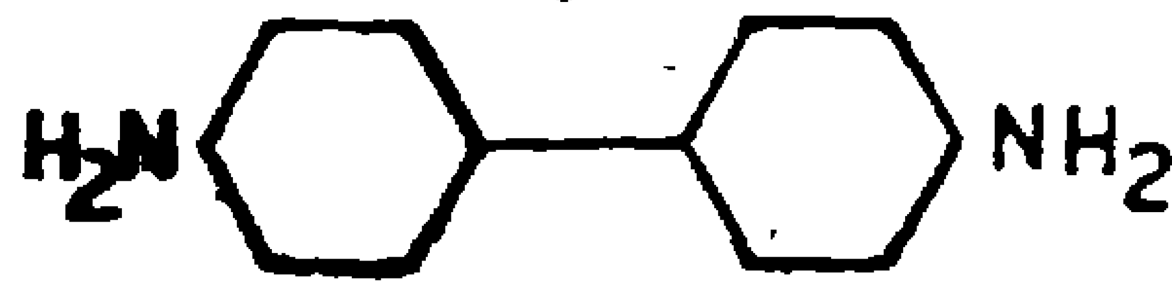
قاعدى البرميولين (Primuline Base)

وقاعدى البرميولين يمكن بعملية الكبرتة أن تعطى أحادى حامض السلفونيك وملحـه الصوديومى هو صبغة البرميولين الصفراء (Yellow Dyes Primuline) وهى صبغة مباشرة للالياف السليولوزية ، وهـذه الصبغة الصفراء يمكن أن تتحول الى حمراء بجانب التحسن فى خواص الغسيل لو أنهـا تحولت الى الديازو (بعد صباغتها على الخامة) ثم تزاوجهـا مـع البتانفتول ويعتـبر هـذا أول ، بل أشـهر مثـال لديزدة الصبغـة (Diazotization) واظهـارها كعمليـات نهـائية .

وحامض السلفونيك المشتق من D.T.T يعرف بـ D.T.T.S وهذا يمكن ديزدتـه وتزاوجه مـع مشتقات النافتـول لينتـج عنـه أصبـاغ أزو (AzO Dyes) لها قليلية جيدة للسليلوزية ، ومن هذه الامثلة :



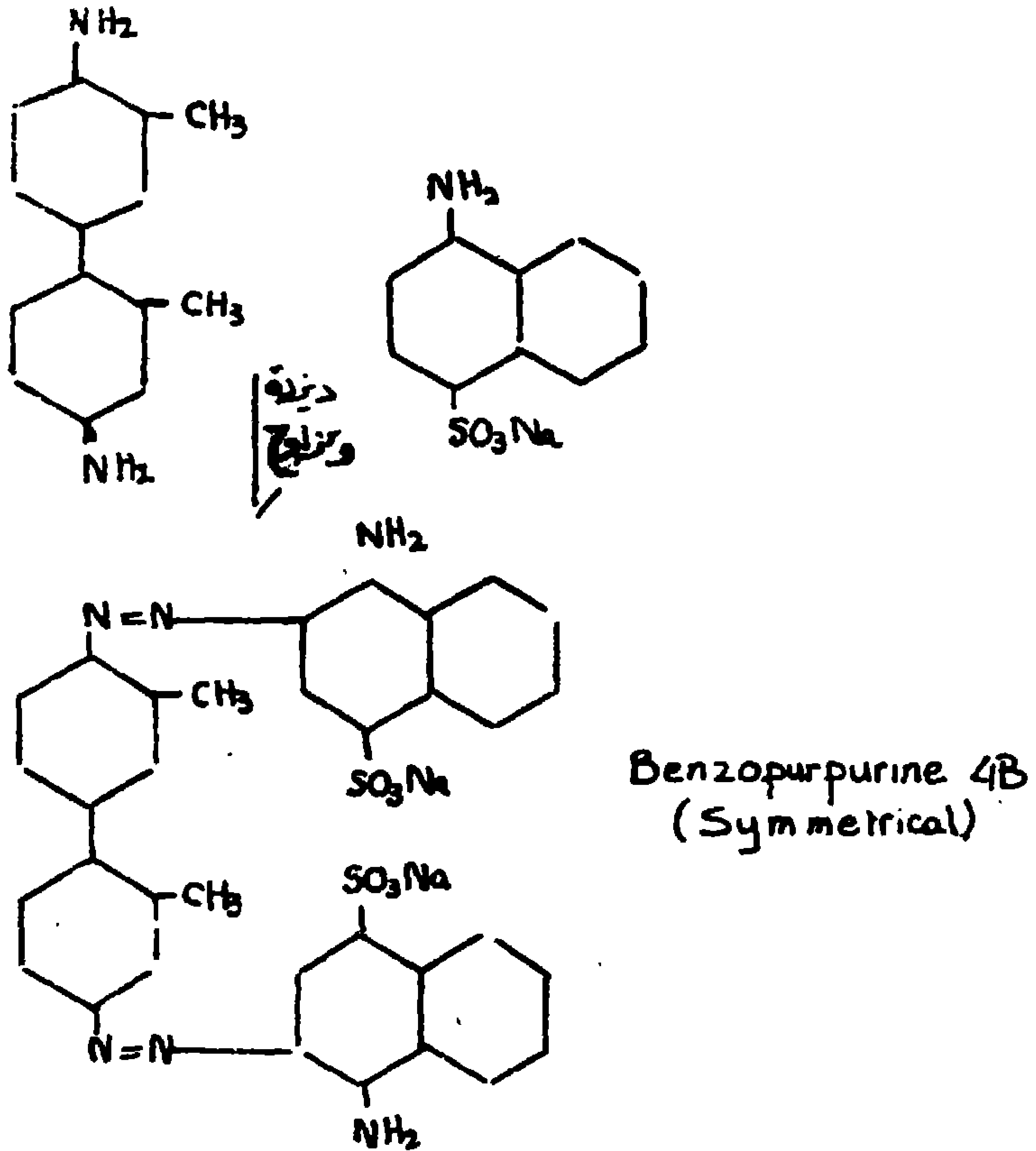
٢ ــ البنزدين (Benzidine Type)*

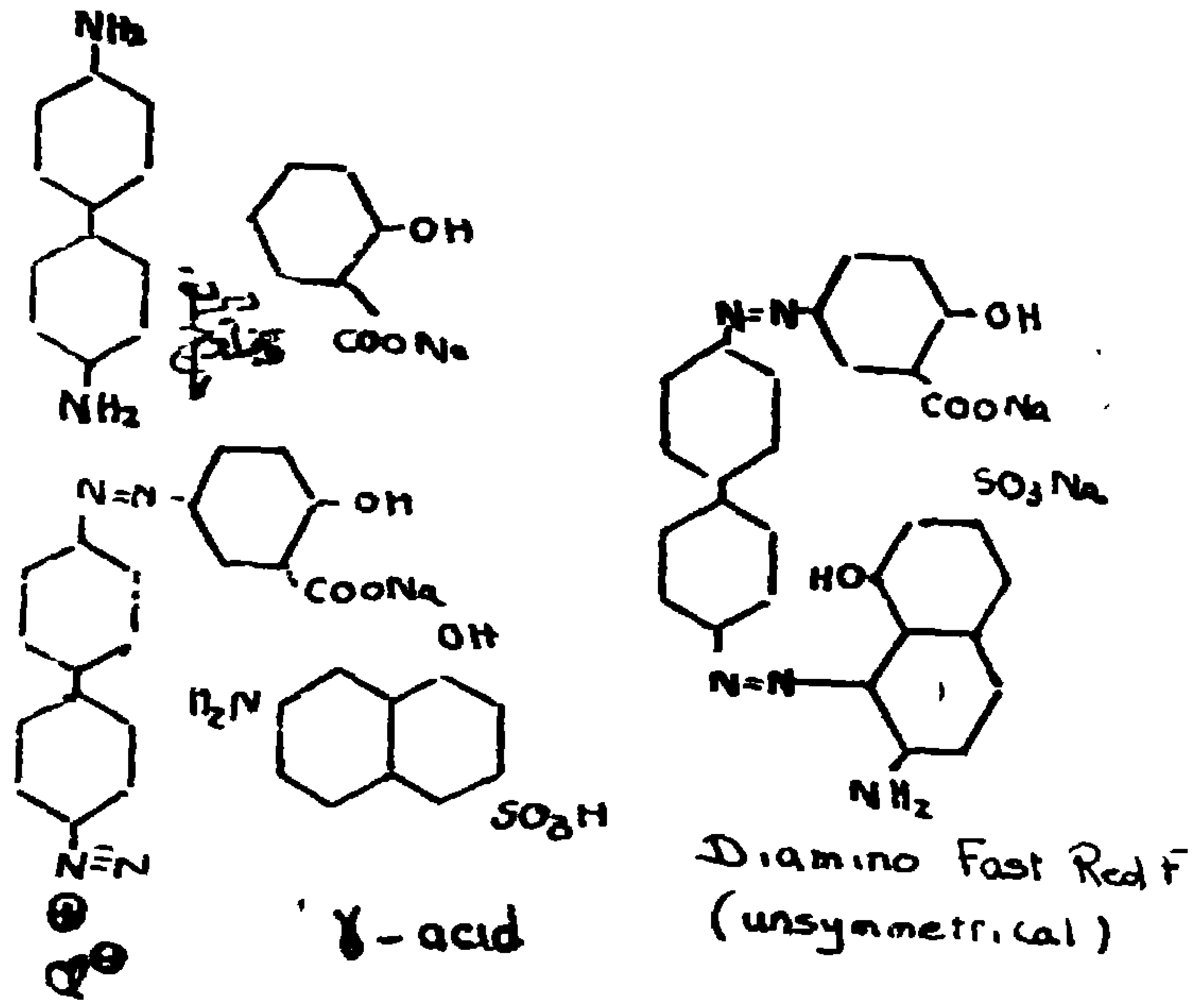


بنزدين (Benzidine)

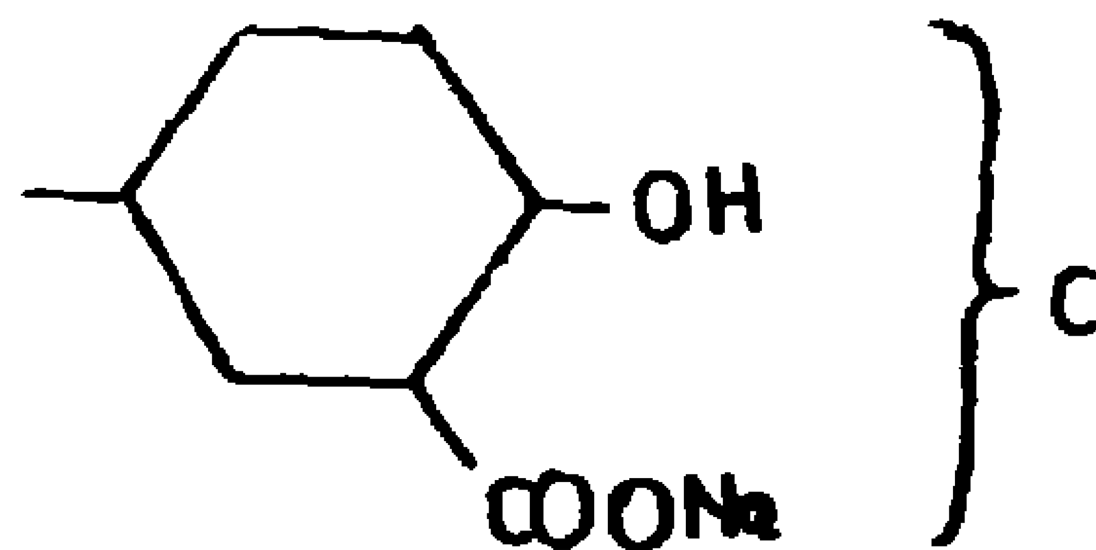
يحتوى البنزدين على مجموعتين من الأمين على الجانبين يمكن ديزتها الى الديازو وتزاوجهمـا من كلا الجانبين وبالتـالى يمكن تكوين تشكيلة كبيرة من التركيبـات المختلفـة ــ وفى الواقع أن هذا النوع هـو الأكثر

عددا فى مجمو الصبغات المباشرة . ويمكن تنظيم عملية تزاوج البنزدين لينتج مشتقات ـادية الازو يمكن تزاوجهـا مع عنـاصر مختلفـة لتعطى تركيبـات مختلفـة مثل تـكوين الـ Benzopurpurine 4B ذو شكل منتظم ، والـ Diamino Fast Red F (ذو شكل غير منتظم) .

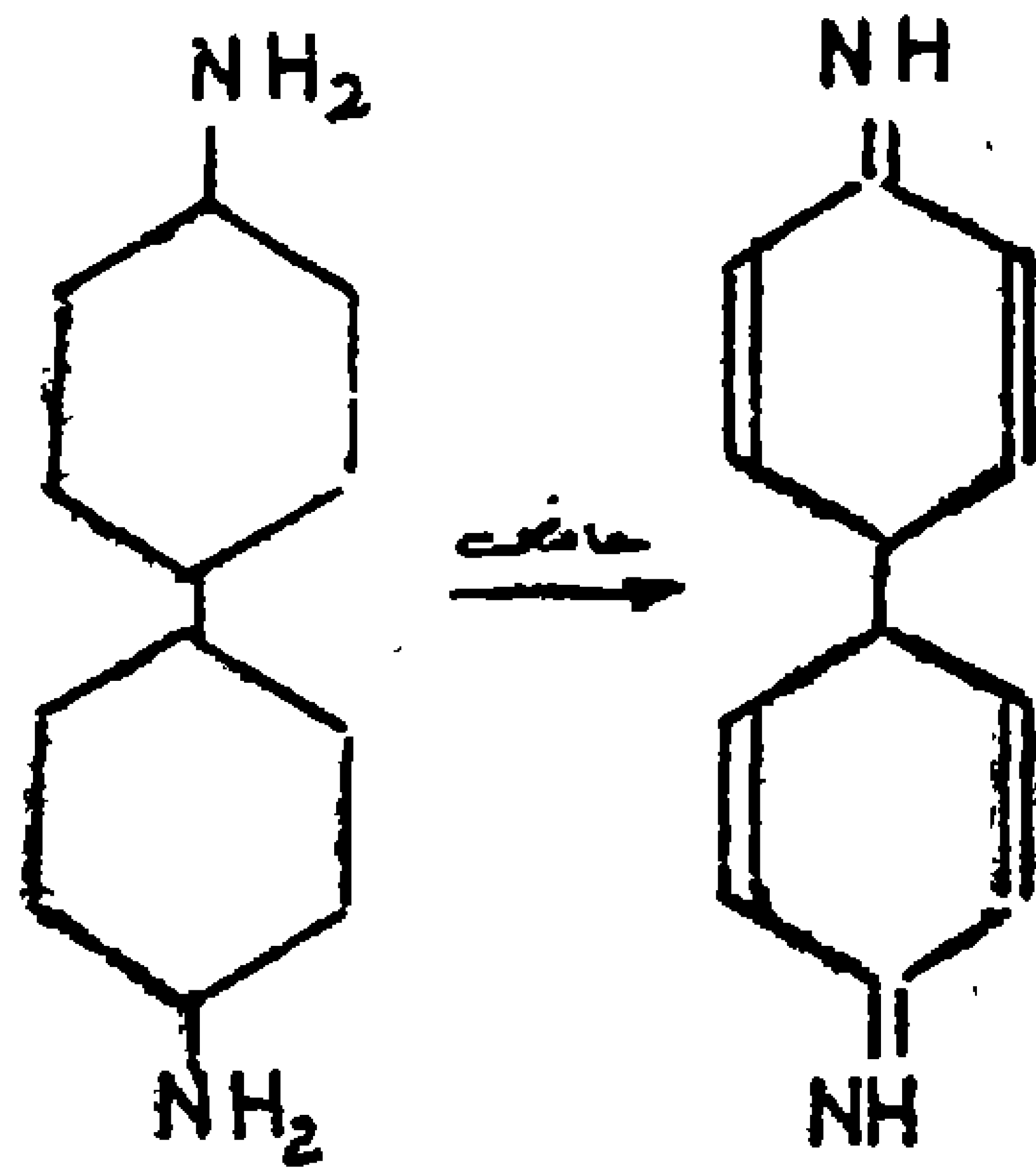




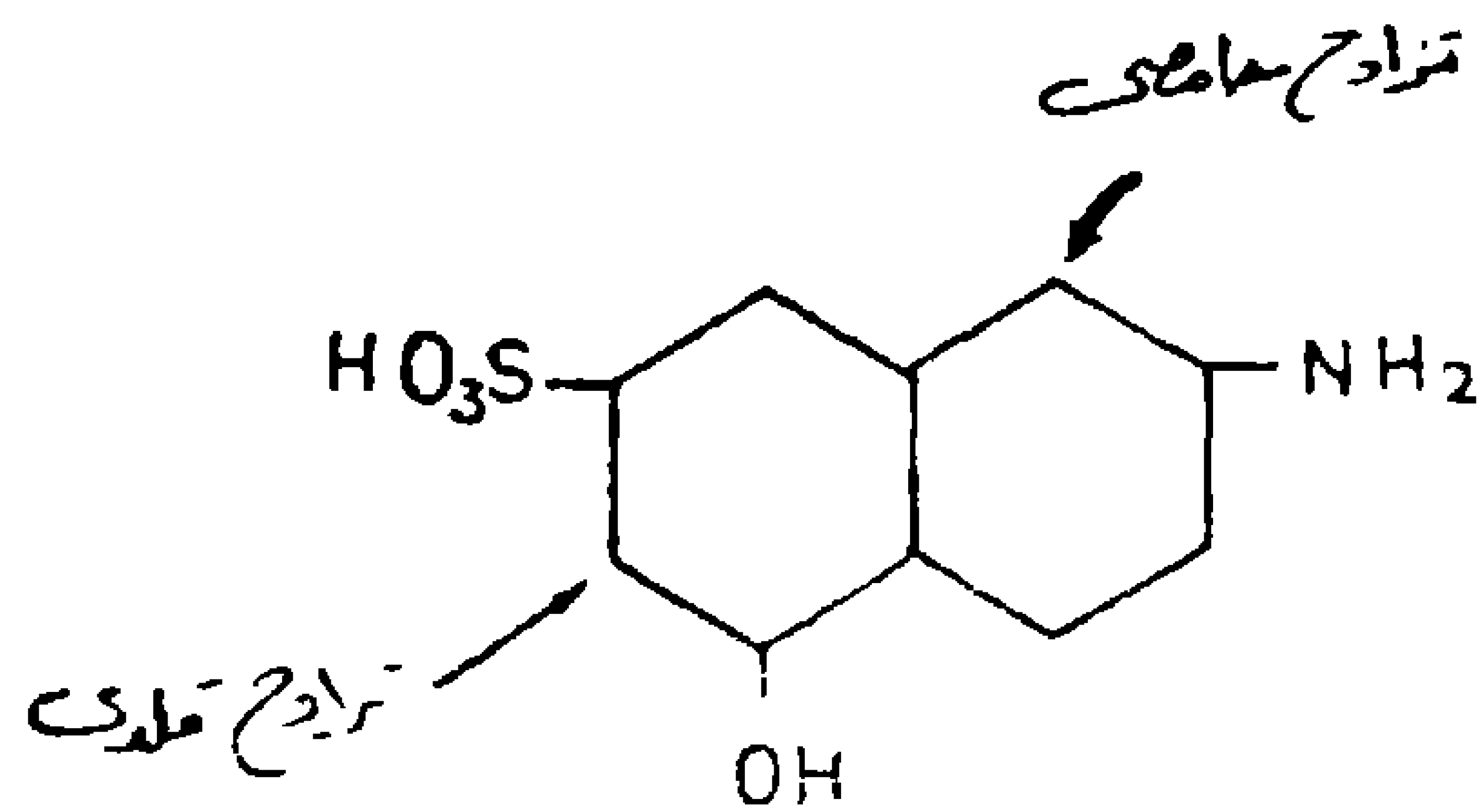
ويلاحظ أن هذه الصبغة تحتوى على المجموعة C والمجموعة C تعنى أن هذه المجموعة يمكن أن ترتبط توافقى (Co-ordinate) مع الكروم فى العمليات النهائية للخامة المصبوغة ومثل هـذه المعـالجات النهـائية للألياف السليلوزية تزيد من ثبات الغسيل كما سيأتى فيما بعد .



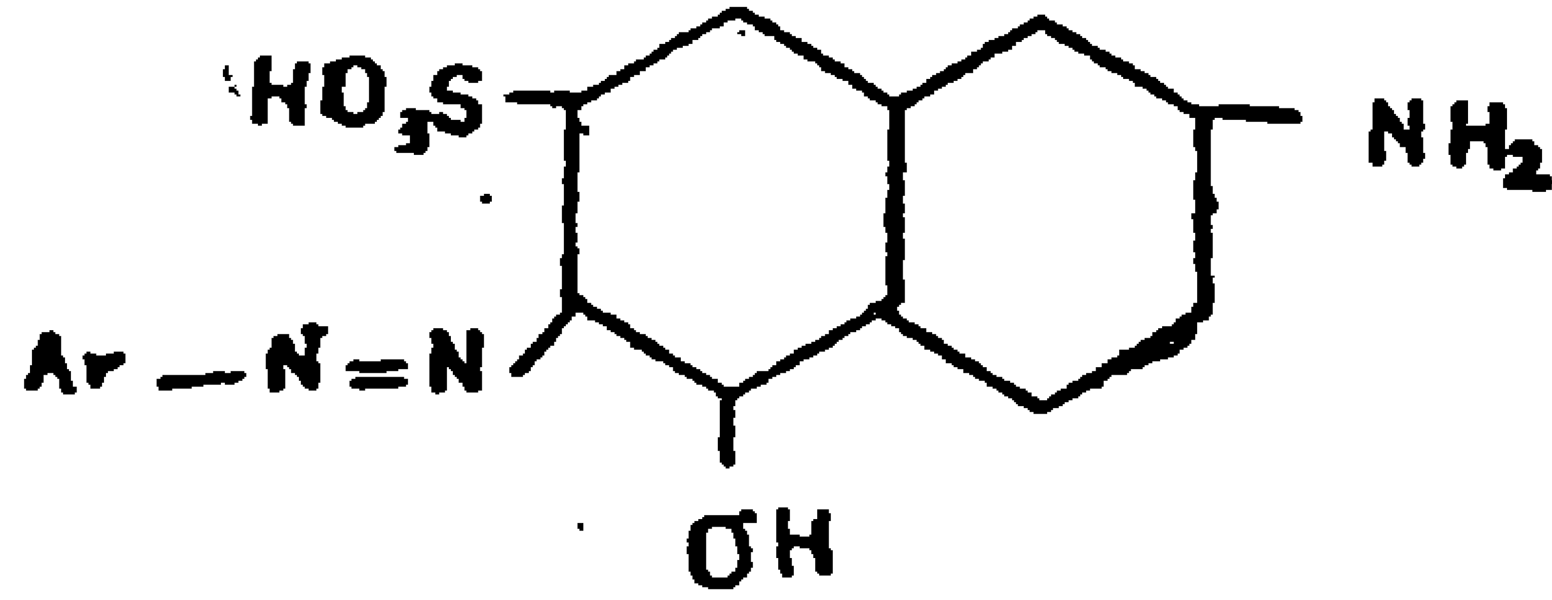
وتركيب البنزدين له عيب واحـد وهو قابليته لانتـاج صبغات تتحول بتأثير الأحماض الى الطيف الأزرق وهـذا يرجع الى قابلية البنزدين لان تتحول الى تركيب الكينونيد كما فى المعادلة :



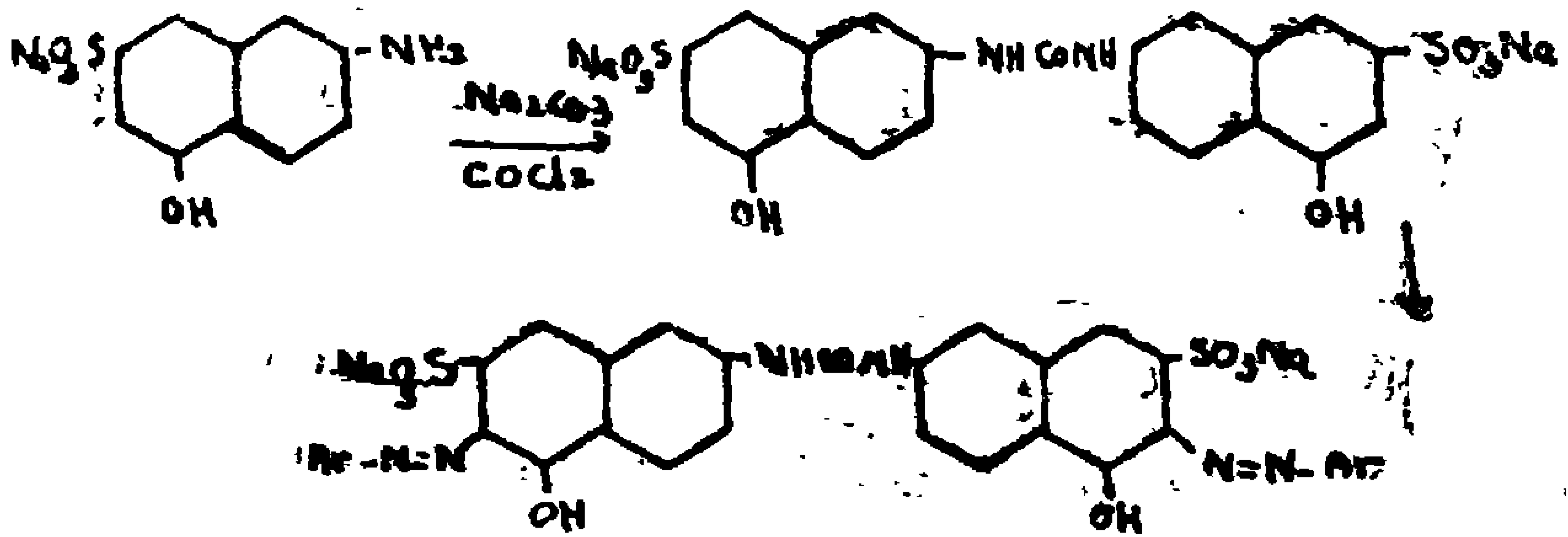
٤ ـ الحـامض ج (J-Acid)



يتزاوج الحامض كما هو مبين فى الشكل اما فى وسط حامضى أو قلوى مع أملاح الديازونيم ومركبات الحامض من النوع ·



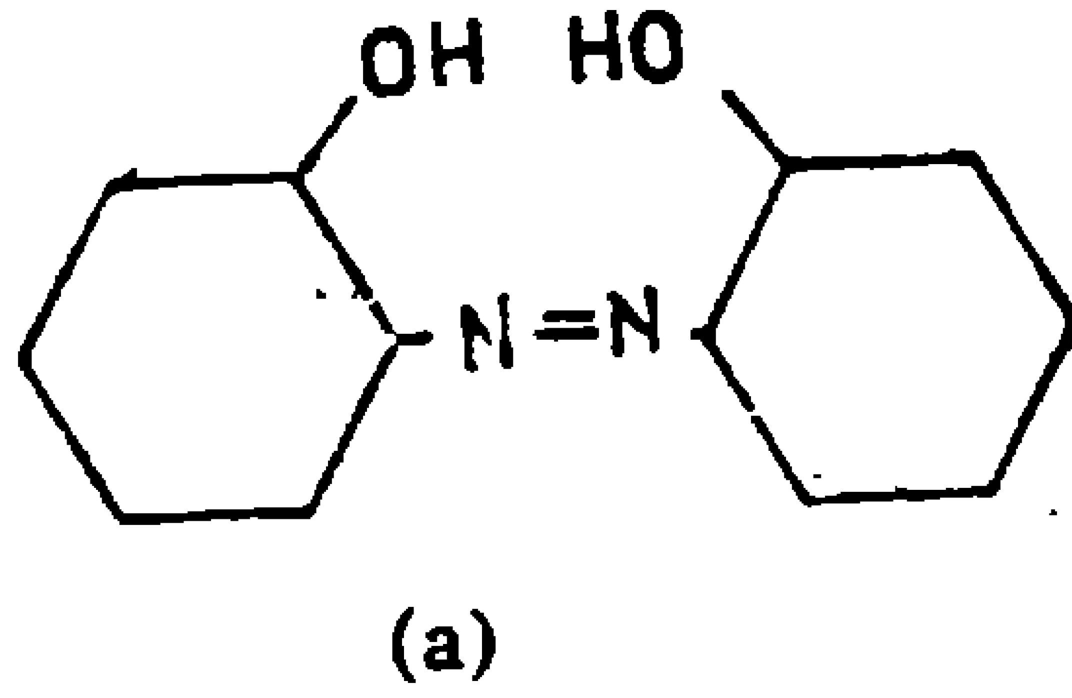
ليستعد لهـا استخدام تجـارى بينما التى تتزاوج مع مركبات مناسبة تكون ذات قابلية عالية للالياف السليلوزية كالمثال الثانى



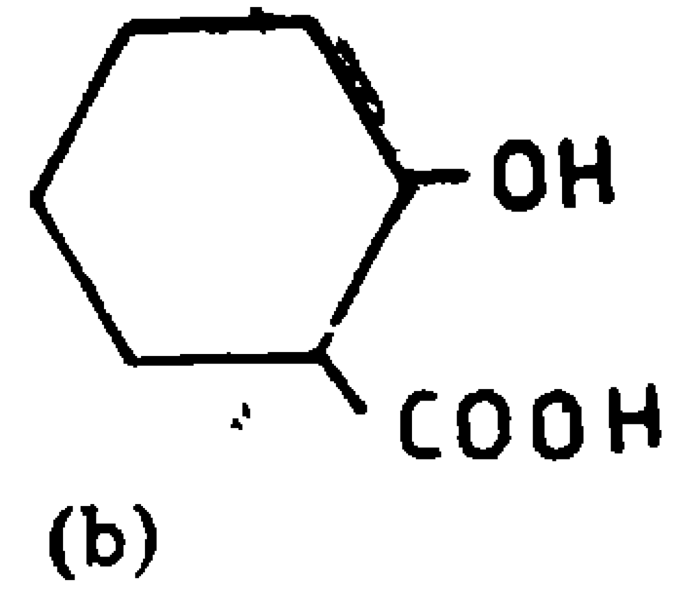
والصبغات الناتجة من هذا التركيب تتدرج من اللون الاحمر القـانى (Scarlet)) الى الاحمر المزرق ولا يظهر اى تغيير فى اللون بتأثير الاحماض والصبغة Chlorazol Fast Scarilet) هى من هـذا النوع .

٥ ـ صبغـات الآزو المباشرة المعدنة (Metallized Azo Direct Dyes)

اشـارت المراجع العلميـة الى تكوين مركبـات معقـدة بين المعـادن والصبغات التى تحتوى على مجاميع مثل (a & b) التى بهـا مجموعـة هيدروكسـيل كالآتى :



(a)



(b)

ومجموعة صبغـات الازو التى تحـتوى على مثل هـذه المجـاميع وبالاخص التركيب (a) ينتج عنها صبغات مباشرة والتى بعد معدنتهـا بالنحاس يكون لهـا ثبات للضوء على الاليـاف السليلوزية يقـترب من او يساوى صبغات الأحواض بينمـا ثبـات البلل لا يتحسن كثـيرا بمثـل هـذه المعالجة انمـا يمكن تحسينه بطرق اخرى مثل المعالجة النهائيـة للمصبوغ بمـادة ذات نشـاط سطحى كتيونى ثم تثبيت الصبغة باتحادها مع جزيئـات كبـيرة لتكوين جزيئـات غـير ذائبـة وهذه المعالجـة يمكن أن تتم مع المعالجة بالنحاس ، أما الطريقة الاخرى فهى تصنع صبغات ذات قابلية عالية للسليلوز وتحتوى ايضـا على مجموعات تتفاعل مع النحاس وتكون مركبات معقدة والتاثير الناتج فى هذه الحالة سوف يحسن كلا من ثبات البلل والضوء .

ومن امثلة الصبغات المباشرة التى تحتوى على النحاس او من الانواع المتفاعلة مع النحـاس هى :

Cuprantine — Cuprophenyl, and Neocupran dyes.
Benzo Fast Copper — Cuprofix

استخدام الصبغات المباشرة

تستخدم الصبغات المباشرة عادة لصـباغة الالياف القطنية فى حمـام متعادل ويضاف الملح الى حمام الصباغة للحصول على الاستنفاذ المطلوب للصبغة وان كان معـدل الاستنفاذ ودرجة حرارة اقصى استنفـاذ وكذلك القـدرة على الانتشـار داخل الشعرة تختلف من صبغة الى اخـرى فى نفس المجموعة .

ولقـــد كونت هيئة الصباغين والملونين (Society of Dyers and Colourists) (S.D.C) عام ١٩٤٦ لجنة من بعض العلماء والمهتمين بهـــذا الموضوع ومندوبى شركات الأصباغ وخـــرجت الى أن الصبغات المبـــاشرة يمكن تقسيمهـــا الى ثلاثة اقسام كالآتى :

١ — اصباغ لهـــا درجة انتشار جيدة وتجانس تام وتعطى نتـــائج متجانسة من تلقاء نفسهـــا وتعرف بالمجموعة أ (Class A)

٢ — اصـــباغ لا تعطى نتائج متجانسة من تلقـــاء نفسها ولكن يمكن السيطرة عليهـــا عن طريق الاملاح وتعرف بالمجموعة ب (Class B)

٣ — اصباغ لا تعطى تجانس من تلقـــاء نفسهـــا ولا يمكن السيطرة عليهـــا عن طريق الأملاح بل بعوامل اخرى مثل درجة الحرارة وتعرف بالمجموعة جـ (Class C)

وهـــذا التقســـيم مبسط وواضح ومن السهل أن نتذكر خـــواص صبغة ما اذا ذكرت المجموعة التى تنتمى اليهـــا .

وتتوقف عمليـــة الصباغة بالصبغات المباشرة على اربعة عوامل هى :

١ — تركيز الصبغـــة فى المحلول .
٢ — درجة الحـــرارة .
٣ — درجة الأس الهيدروجينى
٤ — تأثـــير الامـــلاح .

١ — تركيز الصـــبغة فى المحلول

كلمـــا زاد تركيز الصبغة فى الجمـــام كلما زاد عمق اللون ، ولهـــذا كان لحجم المحلول المستعمـــل فى الصباغة اهمية بالغة ويكون هـــذا الحجم

عادة أما ثلاثة اضعاف الخامة المراد صباغتهـــا أو قد يزيد حتى يصل الى اكثر من ٢٠ ضعفـــا حسب الطرق والمكينات المستعملة .

ويعبر عن تركيز الصبغة بالنسبة المئوية للون (Percentage Shade)

والتى تساوى = (وزن الصبغة × ١٠٠) / (وزن الخامة المراد صباغتها)

ولمـــا كانت الصبغات المباشرة لا تستنفذ كليـــا اثنـــاء الصـــباغة بل يتبقى جزء كبير منهـــا بعد العمليـــة فى المحلول فانه من المستحسن أن تجرى عملية الصباغة فى اقل حجم ممكن حتى نقلل الفـــاقد من الصبغة .

٢ ــ تاثـــير الحـــرارة

تبلغ الزيادة فى امتصاص القطن للصبغات المباشرة اقصاها عند درجة الغليـــان بالنسبة لمعظم الاصباغ الا أن هنـــاك عدة استثناءات لهذه القاعدة

تاثير درجـــة الاس الهيدروجينى

تؤدى الزيادة فى درجة الاس الهيدروجينى الى النقصان فى كمية اللون الممتص باستثناء بعض الاصباغ التى تتطلب شروط خاصة .

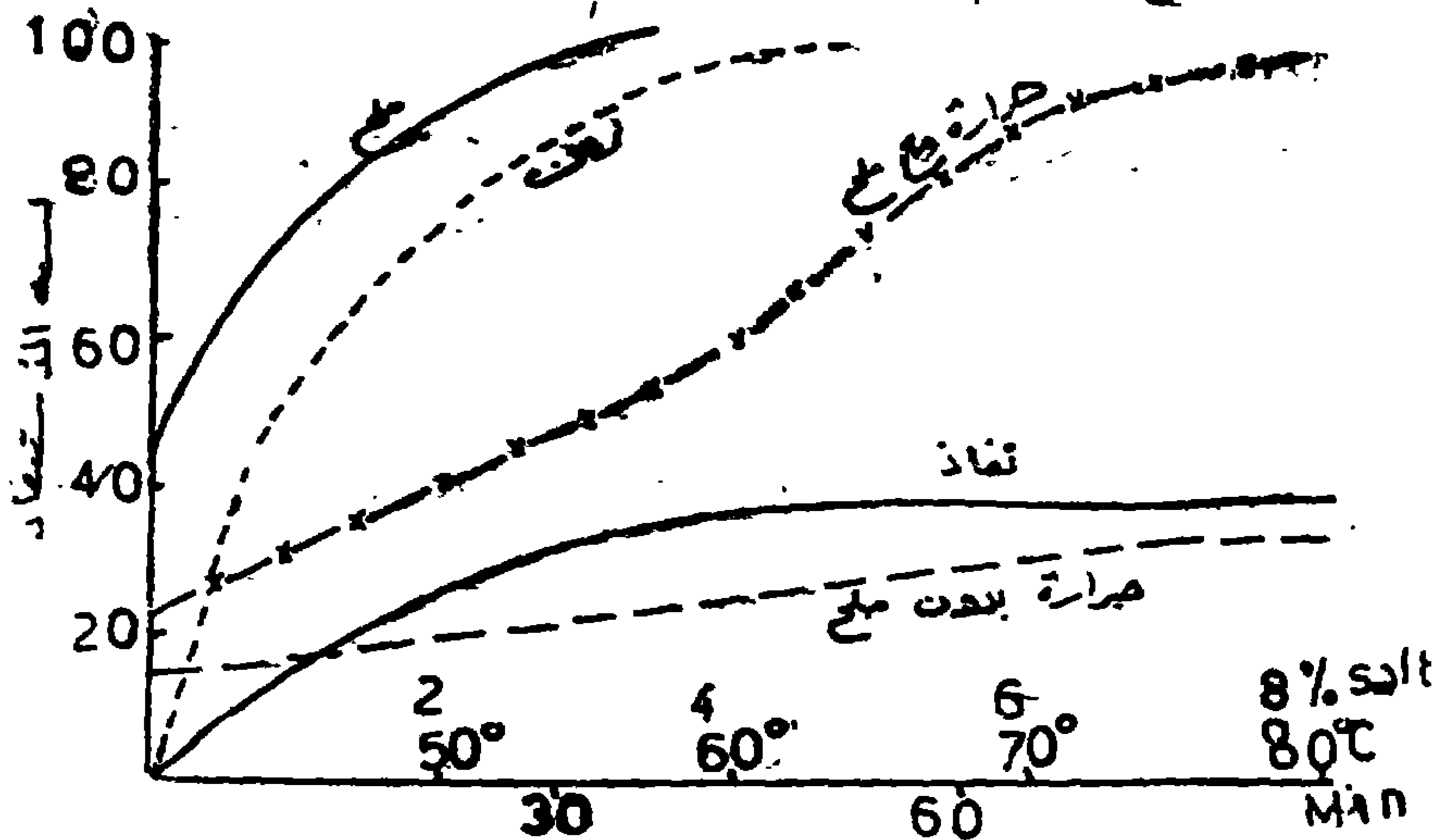
٤ ــ تاثـــير الامـــلاح

اضافة الاملاح الى حمـــام الصباغة يساعد على زيادة درجة امتصاص الخامة للصبغة وهـــذه الزيادة فى وجود الاملاح يجعل الاملاح عامل هـــام للسيطرة على عملية الصباغة . وللحصول على نتـــائج صباغة متجانسة ــ بجانب استخدام الصبغات بطريقة اقتصادية ــ فان العـــادة قد جرت على جعل امتصـاص الصبغات فى بدء العمليـــة بطيئا حتى يتم توزيعهـــا بانتظام وبدرجة واحدة داخل الشعيرات ثم تزداد كميـــة اللون الممتص باضـــافة

الاملاح حتى لا يتبقى منه فى المحلول الا اقل قدر ممكن .

والاملاح المستعملة مع الصبغات المباشرة هى اما ملح الطعام (كلوريد الصوديوم) أو ملح جلوبر (كبريتات الصوديوم أو كبريتات الصوديوم المتبلرة) والشكل (٨١) الاتى يبين تأثير الزمن ودرجة الحرارة والملح على نسبة استنفاذ الحمام .

فالشكل يبين حساسية الصبغة للحرارة والملح . فاذا اضيف الملح مرة واحدة نجد أن هناك اندفاع لجزيئات الصبغة ناحية الشعرة وبالتالى الحصول على صباغة غير منتظمة . لذلك فان الطريقة المثالية للصباغة تعتمد على مدى اختيار الصباغ للصبغة المناسبة للحصول على صباغة متجانسة وعلى المدى الذى يستطيع فيه التحكم فى استنفاذ الحمام عن طريق اضافة الملح والتحكم فى درجة الحرارة .



شكل (٨٠) يبين تأثير الحرارة ، الملح والانتشار على استنفاذ صبغة مباشرة

*The Dyeing of Cellulosic Fibres and Related Processess, S.R. Cockett and K.H. Hillon, Leonacd will Ltd, London (1961) P. 250.

طـــرق الصـــباغة

تذوب الصبغة المباشـرة وهى على هيئة بودرة فى ماء يسر (Soft) وتتم عادة عن طريق تعجين البودرة فى قليل من المـاء ثم تخفف العجينـة بكميـة كبيرة من المـاء الساخن ثم يغـلى المحلول للتاكد من الحصول على أذابة كاملة للصبغة — وتختلف درجة اذابة الصبغات المباشرة بدرجـة كبيرة — وتضاف المواد المساعدة ذات النشاط السطحى لتسهيل عمليـة التعجين والاذابة .

ويحضر حمام الصباغة فى حوض ماكينة الصباغة باذابة المواد المساعدة والاملاح ... الخ فى المـاء . اما محلول الصبغة فيمكن أن يضـاف الى الحمـام قبل ادخال الخـامة المطلوب صباغتهـا أو ان الخـامة تدخل الحمام قبل اضافة الصبغة ، أما الطريقة الثالثة فهى اضافة محلول الصبغة على فترات أثناء التشغيل . والطريقة المناسبة تعتمد على المـاكينة المتاحة ، الخامة المطلوب صباغتها ، معـدل الاسـتنفاذ عند درجـات الحـرارة المطلوبة ، خصائص الانتشـار للصبغات التى سوف تستعمل . ومن المهم ان تبلل الخامة أولا بمحلول الصبغة قبل أن يبـدأ اى ادمصاص ملحوظ من الصبغة وبالأخص بالنسبة للصبغات ذات خصائص الانتشـار البطيئـة .

وتبدأ بعـد ذلك مرحلة الصباغة حيث ترتفع درجـة حرارة الحمـام بالتدريج مع اضافة تدريجية للملح (اذا لزم الامر) على فترات مناسـبة لكى تسرع فى استنفاذ الصبغة ودرجـه حراره أقصى استنفاذ للكثـير من الصبغات المباشرة أقل من ١٠٠ ° م ولكن عند هـذه الحرارة فـان خصائص الانتشـار ليست جيدة كما هو عند الغليـان ، والتقليب الميكانيكى لمحلول الصبغة نتيجة للغليـان ربمـا يساعد فى الحصول على توزيع متجـانس وتغلغل فى الخامة .

ومن الممكن صباغة الصبغات المباشرة عند درجة حرارة أعلى من درجة الغليـان . فعند درجات الحرارة هـذه تتغلغل الصبغة بسرعة داخـل

الخامة ونصل الى حالة التوازن بسرعة (حوالى ٢٠ — ٣٠ ق) . يبرد الحمام بعد ذلك ببطىء نسبيا حتى نحصل على اقصى إستنفاذ للحمام . وهذا الأسلوب يستلزم وجود ماكينات حديثة ومعروفة كاملة لخصائص الصباغة للصبغات المستخدمة .

اختيار الالوان الملائمة فى عمليات الخلط

بالرغم من كثرة الالوان التى تعرضها الشركات التى تنتج الاصباغ الا أن الاكثر شيوعا فى المجال العلمى هو استعمال خليط من الالوان للحصول على طيف لونى معين ولقد لوحظ أن كمية اللون الممتص بالخامة يقل فى وجود لون آخر ، لذلك فانه يلزم فى هذه الحالة اختيار تلك الالوان التى تلائم الخلط والتى تعطى نتائج جيدة بخلط لونين أو اكثر وذلك يتوقف على التيمنة اللونية لكل لون ، الخواص الصبغية لكل لون ، وكذلك الماكينة المستخدمة وتأثيرها . والقيمة اللونية يقصد بها استخدام الوان متنافرة مثل خلط اللونين الازرق والاصفر للحصول على لون اخضر ، فان اقل تغيير فى نسبة كل منهما للآخر يلاحظ بشكل واضح بخلاف الحال اذا استعمل لون أخضر واختلف درجة العمق فيه .

كما يلاحظ فى اختيار الوان الخلط ان تكون من نفس المجموعة حتى تتحد فى خصائصها الصبغية مثل سرعة التغلغل فى الخامة ، وقدرة كل لون على التجانس .

الماكينات المستخدمة فى الصباغة

الاقمشة القطنية على هيئة مقاطع (piece goods) يمكن صباغتها على المفرود باستخدام ماكينة الجيجر (Jigs) او على ماكية الغمر (والمعروف بالانجليزية باسم الباد (Pad) وبالفرنسية الفولار (Foulard) . كما يمكن صباغتها على هيئة حبل باستخدام ماكينة الونش (Winch) وماكينة

(Jet) ، اما الاقمشة الحساسة للشد فيتم تشغيلها على الجيجرات عديمة الشد (Tensionless Jigs) او فى ماكينة الونش او على الاحواض الخلصة ذات الهيكل الكوكبى .

ويستعمل الجيجر عادة بالنسبة للالوان القاتمة حيث يمكن الحصول على عمق كبير للصبغة فى الحمام نظرا لصغر حجم المحلول فى ماكينة الجيجر . اما فى ماكينة العصر « البـاد » فتستعمل لصباغة الالوان الفاتحة والمتوسطة على الاقمشة الخفيفة وتكون درجة الحرارة عادة من ٥٥٥ ــ ١٠٠٥م ويضاف ملح الطعام او ملح جلوبر للمساعدة على استنفاذ الصبغة ، الا انه بالرغم من ذلك لا تستنفذ الصبغة كاملا من حمام الصباغة على الخامة ولذلك فانه يمكن الاستفادة من الصبغة المتبقية ، فى حالة صباغة كميات كبيرة من نفس اللون ، باعادة قوة حمام الصباغة باضافة حوالى ٧٥٪ من كمية الصبغة الاصلية ويضاف ايضا ملح الطعام لتعويض النقص .

المعالجة النهائية للصبغات المباشرة

The Aftertreatment of Direct Dyes

من عيوب الصبغات المباشرة انخفاض درجات ثباتها للضوء والغسيل ، ولقد كانت هذه المشكلة مسار بحث متصل منذ اكتشاف هذه الأصباغ حتى الان وقد اقترحت عدة طرق لزيادة درجات الثبات وبرغم أن هناك بعض التحسن المحسوس الا أنها لم تحل المشكلة كليا . ومازالت معظم هذه الصبغات عاجزة عن تحمل عمليات الغسيل القاسية أو التعرض للضوء دون أن تفقد الكثير من لونها .

وهناك بعض العمليات التى يمكن تطبيقها على الخامات المصبوغة لتحسين درجات ثباتها للغسيل وللضوء وهى كما يلى :

١ ــ تحويل الصبغة على الخامة الى صبغة أخرى عن طريق :

أ — تأنتهـا واظهارها مع عناصر مناسبة

ب — التظهير بقـاعدى مؤزت

٢ — معالجة بالفورمالدهيد

٣ — المعالجة بالأملاح المعدنيـة

٤ — المعالجة بمواد كتيونيـة أو بنواتج مواد راتنجية صناعية .

١ - تحويل الصبغة على الخامة الى صبغة أخرى

أ — تازية الخـامة ثم اظهارهـا

الاصباغ المباشرة التى تحتوى على مجموعة لمينية مرتبطة بحلقـة بنزينيـة (Benzene Ring) هى التى تصلح لهـذه المعالجة ، وهـذه الاصباغ يشار اليهـا عادة فى كتالوجات منتجي الاصباغ .. وتتلخص طريقه تشغيل هذه الصبغات فى العمليـات الآتيـة :

١ — الصباغة بصبغة القطن بالطرق العـادية التى سبق شرحهـا ثم يغسـل القماش .

٢ — ديزوة اللون على القماش وذلك بمروره فى حمـام به محـلول التفـاعل والذى يتكون من نيترات الصـوديوم ، وحـامض هيدروكلوريك ذو أس هيدروجينى مناسب كمـا فى المعادلة :

$$NaNO_3 + 3HCl + D\text{-}\langle\bigcirc\rangle\text{-}NH_2 \longrightarrow D\text{-}\langle\bigcirc\rangle\text{-}N{=}N\text{-}Cl$$

ثم تشطف الخامة بعـد ذلك وتمـر فى محلول الاظهـار (developer) وهو عبارة عن مواد فينولية ذائبة فى الصودا الكاوية مثل Resorcinol

β -Naphtol-m-toluidine diamine ، m-phenylene diamine

حيث تعـــالج الخامة لمدة من ١٥ ــ ٢٠ ق ثم تشطف بعد ذلك .

ويلاحظ فى هذه العمليـــة أن اللون النـــاتج بتأثير هـــذه العمليـــة يختلف عن اللون الاصلى للصبغة المباشرة ، كمـــا يلاحظ أيضا أنه بعد ديزدته صبغة ما ثم اظهارها بمواد مختلفـــة تعطى الوانا مختلفـــة باختلاف المـــادة المستعملة فى الاظهـــار ، ويتبين ذلك من المثـــال التـــالى لخامة مصبوغة بصبغة البريميولين الاصفر .

مادة الاظهـــار المستعملة	اللون الناتج بعد الاظهار
فيـــنـــول (phenol)	اصفر قاتم
الفانفتـــول (-Naphtol)	أحمـــــر

ب ــ التظهـــر بمركبـــات امينيـــة مؤزدة

فى هذه الطريقة تصبغ الخامة بالصبغة المباشرة المحتوية على مجموعة الامين ثم تجرى عمليـــة الايزدة على القـــاعدي وتظهر الخـــامة بعد ذلك بالقـــاعدة المؤزد . وتختلف هـــذه الطريقة عن سـابقتهـــا فى انهـــا تستعمل لتحسين مظهر اللون نفســـه وزيادة درجة ثباته ضد الغســـيل بخـــلاف الطريقة السابقة التى يمكن بهـــا الحصول على الوان مختلفـــة .

والقـــاعدى المستعمل هـــو البارنيترانيلين (P-nitroaniline) وتستعمل هذه الطريقة لعدد محدود من الصبغات المباشرة والتى تلائم هذه الطريقـــة مثـــل :

Chlorazol Fast Yellow	5GK	(I.C.I)
Chlorazol Black	E extra	
Chlorazol Brown	M	
Chlorazol Brown	GM	

والخامات المعالجة بهذه الطريقة لا يحدث بهـا اى تغيير من حيث درجة ثباتها ضد الضوء الا فى احوال محدودة ، ولكن ثباتها ضـد الغسيل يزداد زيادة كبيرة . وقد فقدت هذه الطريقة أهميتها عقب اكتشاف صبغات النافتول بمـا تمتـاز به الاخيرة من ثبـات مرتفع ضد الغسـيل فضـلا عن زهـاء الوانهـا وقلة تكلفتهـا .

٢ ــ المعـالجة بالفورمالدهيـد

صبغات الازو المباشرة التى تحتـوى على مجموعتين هيدروكسـيل (OH—) او امـين (NH_2—) قـادرة على تكوين مركبـات معقـدة مع الفورمالدهيد تكون أقل اذابة عن الصبغات الاصلية ، وبالتالى زيادة درجات ثبات البلل ، الا ان ثبـات الضوء للخامة المصـبوغة والمعالجة يقـل . والصبغات التى تصلح لهـذه الطريقة يشار اليها عادة فى كتالوجات موردى الاصـباغ .

وتتم العملية بامرار الخامة فى محلول ١ ــ ٣٪ فورمالدهيد (٤٠٪) ، ١ ــ ٣٪ حامض خليك لمدة ٢٠ ــ ٣٠ ق عند درجة ٦٠°م وتستخـدم عادة للصـبغات السوداء .

٣ ــ المعالجـة بالاملاح المعدنيـة

عرفت طريقة تحسين خصائص بعض الصبغات المبـاشرة (بعـد صباغتهـا) عن طريق معالجتها بأملاح بعض المعـادن منـذ زمن طويل وكانت احـدى هذه الطرق استخدام فلوريد الكروميم (Chromium Floride) أو بيكربونات البوتاسـيوم او باستخـدام محلول خليـط من البيكرومات وكبريتـات النحـاس وحامض خليـك حيث تعالج الخامة المصبوغة لمدة ٢٠ ــ ٣٠ ق فى تركيز ١ ــ ٤٪ من الاملاح عند ٩٠°م .

ولقـد اصبحت المعالجة باملاح النحاس اكثر شيوعا وتستخدم على نطاق صناعى كبير للصبغات المباشرة ، وذلك بعد ادخـال بعض التعديلات اليهـا .

فمنــذ حوالى ١٩٤٠ عاما انتجت شركة I.G فصيلة الاصباغ (Benzo Fast Copper Dyes) وهذه الاصباغ تستخدم بالطريقة العــادية ثم بعد ذلك تعالج فى محلول منفصل يحتوى على ٥ر٠ — ٢٪ كبريتــات نحاس ، ١ — ٢٪ حامض خليك عند ٧٠ ٥م لمــدة ٣٠ ق . والمصبوغات لها درجة ثبــت جيد للضوء ولثبات الغسيل اقل من ٧٠ ٥م ، أمــا عند درجات حرارة اعلى من ذلك فان المركب المعقــد المتكون مع النحــاس يتحطم . وقــد ظهرت بعد ذلك مجموعات مشابهــة للشركات السويسرية مثــل مجموعة (Cuprantine) (سيبا) (Cuprophenol) (جيجى) . وهنــاك بعض الصبغات التى يمكن أن تعــالج بمركبات تحتوى على النحــاس مثل ملح كبرنتين (Cuprantine Salt) (Sodium Copper Tartarte) حيث تضــاف الى الحمام بعد ان يكون قــد تم استنفاذ الصبغة تمــاما وحتى لا يكون مع بقــايا الصبغة الموجودة فى الحمــام رواسب لونية تترسب على سطح الخامة ، لذلك تفضل هــذه الطريقة بالنســبة للصبغــات ذات الاستنفاذ الكامل كما يفضل اعطاء الخامة المعالجة حمــام غسيل بــه مواد منظفــة لازالة اى صبغات عالقــة على السطح .

وظهرت بعد ذلك مجموعات اصباغ نيوكبران Neocupran (CIBA) ومجمــوعة اصــباغ الكوبروفــكس Cuprofix S Dyes (SANDOZ) ، والمصبو غات المصبوغة بنيوكبران تعالج بعــد ذلك عند درجــة حرارة الغرفة بمادة نيوكبران ف (Neocupran F) وهى خليط من Lyfix SB واملاح للنحاس والامونيوم وكربونات الصوديوم . والمعالجة بالنحــاس مع الليوفكس تعطى تحسن لثبــات المــاء والغسيل . كما أن المصبوغات باصباغ الكوبروفكس تعــالج بعد ذلك عند درجة حرارة الغرفة أو عنــد ٧٠ ٥م بمعــادة كوبروفكس س .

وهــذه المجموعات تمثــل مستوى متقدم لدرجة ثبات الضوء وبالاخص الغسيل لمجموعات الاصــباغ المبــاشرة ، الا ان عيوب المعالجــة باملاح

النحـــاس هى أن المركبات المعقدة المتكونة تتأثر بالاحماض وبمواد ازالة عسر المـــاء Sequestering agent

٤ـ المعالجـــة بمواد كتيونية او نوتاج مواد راتنجيـــة صناعية

الغرض من هـــذه المعالجات هو تثبيت الصبغات المباشرة ضد الغسيل بدرجة كبيرة بطريقتين :

أ ــ منتجـــات كتيونيـــة

تستخدم فى هذه العملية بعض المركبات التى تكون مع الصبغة مركبات معقـــدة عن طريق غلق او استبدال المجموعات التى تسبب اذابة الصبغة فى المـــاء مثل مجموعات السلفونك (SO_3Na —) او الكاربوكسلك (COOH –) ومثـــال هذه المواد التى تستخدم كبريتـــات كحولات دهنية مثل السابامين (Sapamine KW)



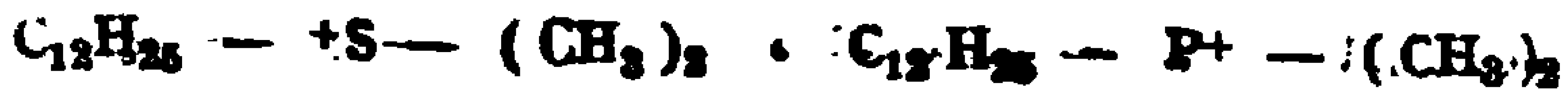
$C_{17}H_{33}$ CONH (CH_2)$_2$ – N – (C_2H_5) CL

أو الفكسانول Fixanol I.C



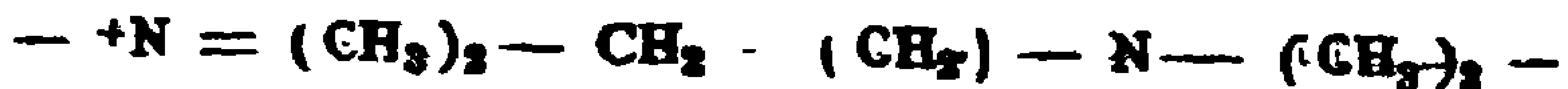
C_{16} H_{33} — C_6H_4 — Br

كمـــا أن هنـــاك ايضـــا مركبات أخرى من هـــذا النوع تتركب من سلسلة دهنيـــة طويلة ومجموعات كتيونيـــة مثـــل السلفونيـــم (Sulphonium) والفسفونيم (Phosphonium) :



$C_{12}H_{25}$ — ^+S— (CH_3)$_2$ ، $C_{12}H_{25}$ — P^+ — (CH_3)$_3$

وكذلك مشتقات مختلفة من عديد الايثلين عديد الامينـــات .



— ^+N = (CH_3)$_2$ — CH_2 - (CH_2) — N — (CH_3)$_2$ —

وتستخدم هذه المواد بعد الصـــباغة حيث تعـــالج الخامة فى حمـــام يحتوى على ١ ــ ٢ جرام/لتر من المـــادة لمـــدة ٢٠ ق عند ٣٠ ــ ٥٠°م .

والتأثير العام لهذه المواد على المصبوغات هو تحسين درجات ثبات الماء ، الاحماض ، القلويات ، ولكن فى المحاليل التى تحتوى على المواد ذات النشاط السطحى الانيونى مثل الصابون فان المصبوغات المعالجة لا يظهر عليها تحسن ملموس ، ومعظم هذه المواد تؤثر على اللون وتقلل من ثبات الضوء .

ب ـ المركبات الراتنجية المصنعة

ومن امثلة هذه المركبات نواتج تكثيف السياناميد (Cyanamide) الجواندين (Guanidine) ، الميلامين (Melamine) .. الخ مع الفورمالدهيد او اى الدهيدات اخرى .. ومادة الفيبروفكس (Fibro Fix) (شركة كورتليد (Courtuluds)) واساسها سيناميد والفورمالدهيد ، اما الليوفكس SB (CIBA) فأساسها الميلامين ـ فورمالدهيد .

ويمكن الجمع بين معالجة المصبوغات بأملاح النحاس وهذه المركبات ، والغرض الأساسى من اضافة املاح النحاس فى هذه العملية هو تحسين ثبات الضوء الذى يقل فى هذه المعالجات بالمواد الراتنجية او المواد الكتيونية بجانب تحسن ثبات الغسيل .

ومعالجة المصبوغات بالصبغات المباشرة بخليط النحاس مع الفيبروفكس او النحاس مع الساندوفكس (Sandofix) قد استخدمت على نطاق صناعى كبير وكانت من مميزاتها أنها تمنع النضوج للصبغات المباشرة أثناء التجهيز النهائى بمواد المعالجة ضد التجعد باليوريا ـ فورمالدهيد أو مكثفات مشابهة ، والتأثير الكلى لهذه المعالجة والمحصلة الناتجة من التكاثف الشبكى فى الشعرة يساعد فى الحصول على اعلى درجات ثبات للغسيل والضوء للشعيرات .

ازالة الوان الاصباغ المباشرة من الخامة المصبوغة

تختلف طريقة ازالة اللون من على الخامة باختلاف نوع الصبغة المستخدمة فى الصباغة فاما ان تزول الصبغة من الخامة او بتكسيرها على الخامة الى مركبات عديمة اللون او ذات الوان خفيفة .

فبالنسبة للصبغات ذات الثبات المنخفض فان اللون يزول عن طريق الغليان فى وجود مواد منظفة كما ان كثيراً من صبغات الازو المباشرة تتكسر على الخامة باستخدام محاليل الهيدروسلفيت (او مشتقاته) القلوية ولكن لا تكون الازالة عند هذه المرحلة كاملة ولكن يمكن اتمام عملية الازالة بمعالجة الخامة فى حمام تبييض خفيف باستخدام هيبوكلوريت الصوديوم . ويمكن اضافة مادة مساعدة مثل (Albigen A) لشركة (BASF) — وهى مادة (Polyvinyl Pyrolidone) — الى حمام الغليان او حمام الاختزال لتساعد فى ازالة اللون عن طريق تكوين مركبات معقدة مع انيونات الصبغة وبالتالى تحول اتجاه تعادل الحمام فى جانب الصبغة الى الحمام .

أما بالنسبة للخامات المصبوغة التى حصلت على معالجة نهائية بمركبات النحاس او المواد الكتيونية فانه يلزم أولا معالجة أولية لازالت تأثيرها وفى كثير من الحالات يزول النحاس بمحاليل الهيبوكلوريت كذلك محاليل السيانيد أو بعض أنواع من المواد المزيلة لعسر الماء (Sequestering agent) أما المواد الكيتونية المستخدمة لتثبيت الصبغة فيمكن ازالتها باستخدام حمام تصبين عند الغليان . والمعالجة بالمواد الرانتجية والاقمشة المجهزة ضد الانكماش فيمكن معالجة القماش لمدة حوالى ٣٠ ق عند حوالى ٧٠°م فى محلول ٥ر٠ ٪ حامض هيدروكلوريك .

الفصل الثالث

صبغات الاحواض

VAT DYES

عرفت صبغات الاحواض الطبيعية كالنيلة أو الانديجو (Indigo) منذ عصور سحيقة ، وهى أول ما عرف الانسان من صبغات الاحواض ، وكانت تستخرج من أوراق نبات يعرف باسم انديجوفوريا (Indigoforea) ولقد عرف أول ما عرف فى الهند ثم انتشر الى أجزاء أخرى من العالم . وفى حوالى القرن التاسع عشر اتجهت أنظار الباحثين نحو تخليقه كيميائيا ، ولقد ظهر فى عام ١٨٩٧ أول صبغة مخلقة تنافس فى اقتصاديات تحضيرها النيلة الطبيعية .

وفى بداية القرن العشرين بدأ تصنيع النيلة على مستوى تجارى مع مجموعة من اصباغ الاندنثرين (Andanthrene) وفى عام ١٩٠١ ظهر الى الوجود صبغة اندنثرين زرقاء (Indanthrene Blue) وتبعتها مشتقات المجموعة الهالوجينية مثل (Indanthrene Blue GCD, BD and GC)

ومن عام ١٩٠٥ الى عام ١٩١٢ أى قبل بداية الحرب العالمية الاولى كانت المصانع قد بدأت فى استعمال هذه الاصباغ وكان الفضل فى ذلك يرجع الى معامل شركة I.G فى المانيا (وهى اتحاد شركات Bayer, Hoechst BASF) قبل الحرب العالمية الثانية) ، وشركة سيبا CIBA بسويسرا وشركة I.C.I فى انجلترا وكولمان فرنسا وشركة Du Pont) بامريكا .

ولقد صاحب هذا التطور فى انتاج أصباغ الاحواض تطور مماثل فى انتاج ماكينات الصباغة والمبخرات اللازمة للاستعمالات المختلفة فى مجالات الصباغة والطباعة مما رفع من قيمة هذه المجموعة وانتشارها بجانب ما انتج من مواد مساعدة ذات قيمة كبيرة فى تذليل الكثير من الصعوبات .

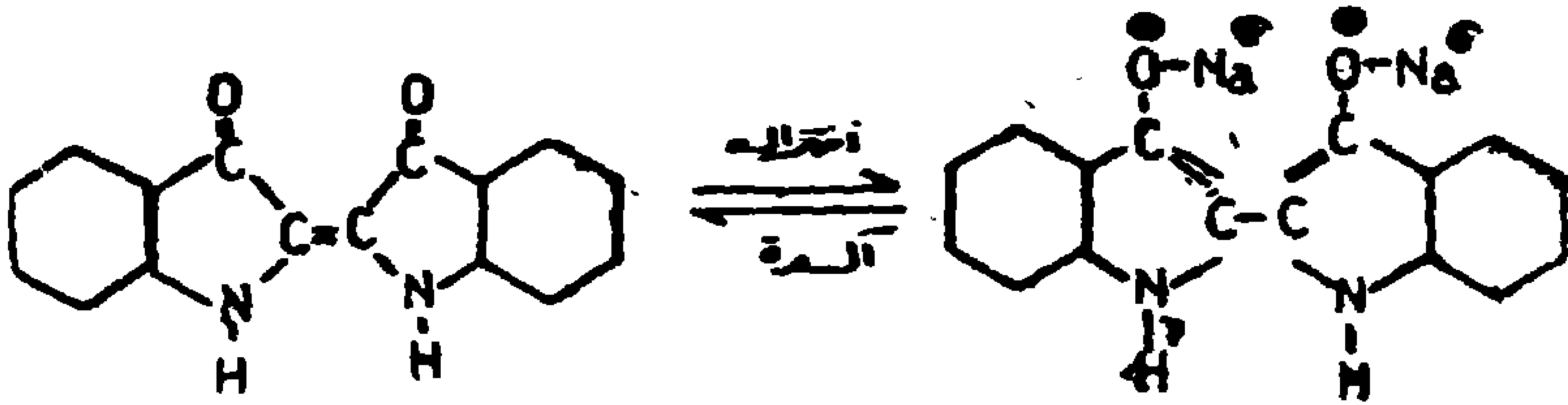
انواع صبغات الاحواض وخصائصها وتركيبها الكيميائى

صبغات الاحواض هى مواد لا تذوب فى الماء ولكنها عندما تختزل تتحول الى الملح الصوديومى للحالة المختزلة ويسمى الليكو (Leuco) وهو يذوب فى المحاليل القلوية .

وتنقسم صبغات الاحواض الى مجموعتين ، كل منهما تختلف عن الاخرى فى الخواص وطرق الاستعمال وهما :

١ — مجموعة الانديجو (Indigoid)

٢ — مجموعة الانثراكينون (Acylation)



مجموعة الانديجو
Indigo (Blue) type

الملح الصوديومى
(الليكو)



مجموعة الانثراكينون
quinone-Form

الملح الصوديومى
quinol-Form

وتمتـــاز صبغات الاحواض بثباتهـــا العالى المميز الذى يتوقف على طبيعـــة التركيب الجزيئى لهـــذه الاصباغ . وصبغات الاحواض من مجموعة الانثراكينون بالذات تعتبر اعلى الصبغات عموما من ناحية الثبات الشـــامل سواء لعمليات التشـــغيـــل المختلفـــة او التى يتعـــرض لهـــا القماش اثنـــاء الاستعمـــال .

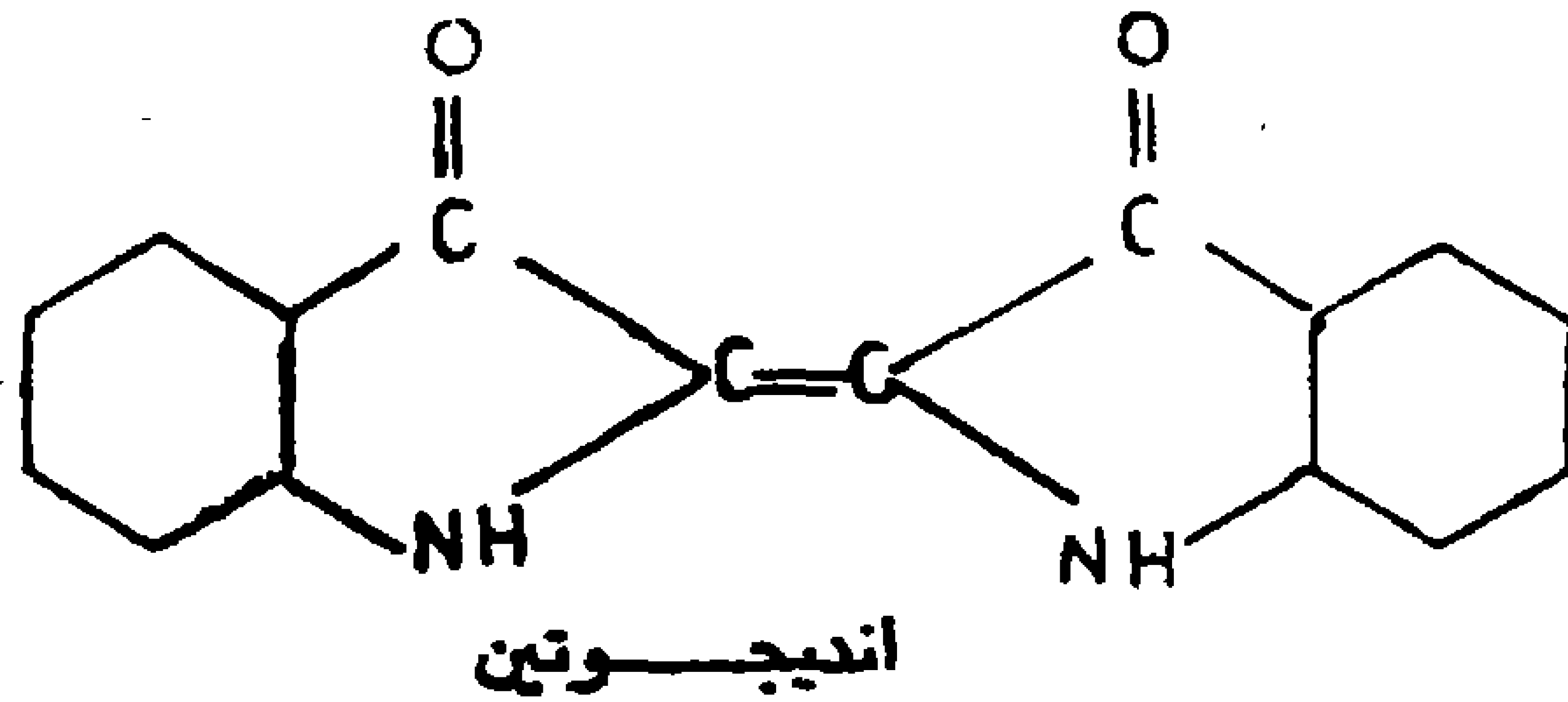
وهى لا تذوب فى المـــاء ، كمـــا ذكر ، وليست لهـــا قابلية للاليـــاف السليلوزية ، لذلك فانه يلزم أولا : تحويلهـــا الى مادة ذائبـــة اى بتحويلهـــا الى ملح قابل للذوبان كما فى المعادلات السابقة ، وهو ما نحصل عليـــه بعملية الاذابة فى الصودا الكاوية ومادة اختزال — وهى غالبا ما تكون هيدروسلفيت الصوديوم — وخلال هذه العمليـــة تتحـــول مجموعة الكينو (C=O) الى مجموعة الهيدروكسيد (—C—OH) ثم الملح الصوديومى .

ومركب الليكو يختلف لونه عن اللون الأصلى للصبغـــة وهو عادة ذو لون اما أصفر او برتقالى او بنى حسب مجموعة الانديجـــو ، أمـــا بالنسبة لمجموعة الانتراكينون فهى الوان مختلفـــة وعـــديدة تختلف من صبغة الى أخرى وان كانت فى الغـــالب بنفسجية اللون .

وصبغات الاحواض فى الحالة الذائبة — الليكو — ذات قابليـــة شديدة للالياف السليلوزية ، وعندما تتعرض الخامة بعد ذلك للاكســـدة تترســـب الصبغة داخل الشعيرات وتتحول الى حالة غـــير ذائبـــة . ويلزم للحصول على اللون المطلوب بزهائه وصفاته وثباته — اجراء عمليـــات معينـــة ، مثل التصبين التى تقوم بازالة كل حبيبات الصبغة السطحية التى لم تتحـــد مع الخامة ، ويرجع الفضل فى درجات الثبـــات العالية لصبغات الاحواض الى عدم قابليتهـــا للذوبان فى معظم المذيبـــات العادية .

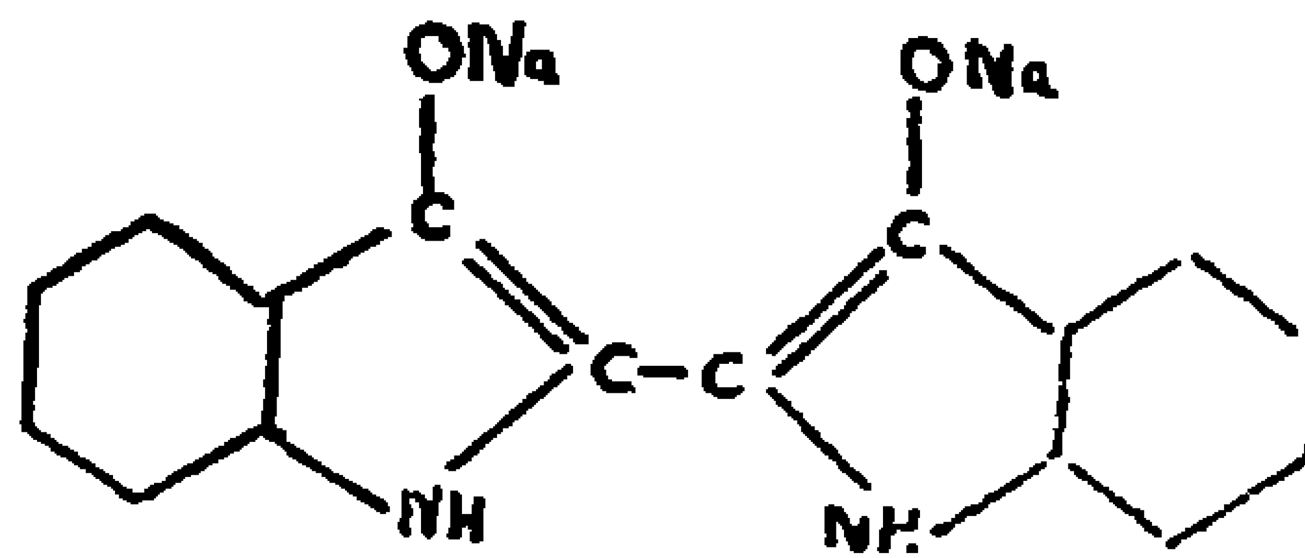
١ – صبغـات الانديجـو
Indigoid Dyes

تتكون هـذه المجموعات اساسا من صبغات احواض ، عدا قليـل من البجمنت ، وصبغة حامضية واحـدة . وكل افراد هـذه المجموعة من مشتقات الانديجوتين (Indigotin)



انديجـوتين

وهـذا المركب لا يذوب فى المـاء ، ولكن تحت تاثير المحاليـل المختزلة القلوية يتحول الى ملح صوديومى ذائب لمركب الليكو :

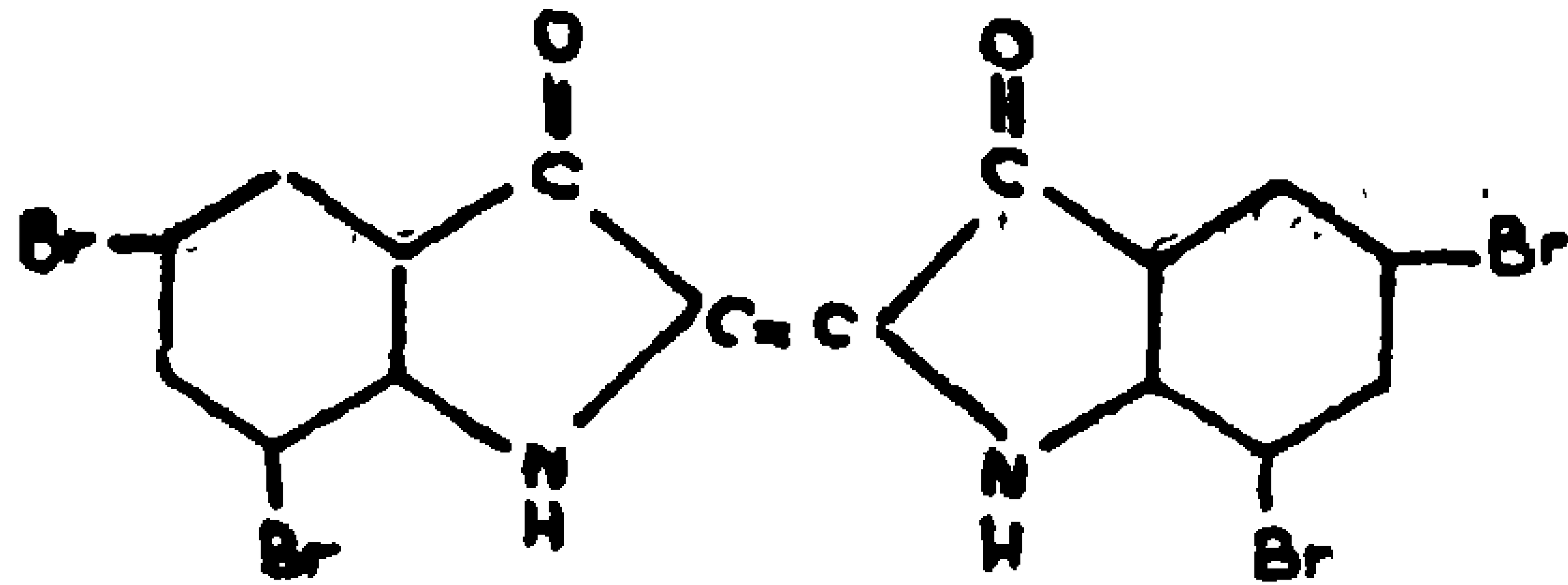


وهذا الملح له قابلية للالياف السليلوزية والحوض الذى يستخدم للصباغة يعرف باسم (Vat) وبالتالى فان الاصباغ التى تعطى الوان عن طريق دورة الاختزال والاكسـدة تسمى بصبغـات الأحواض (Vat Dyes) ويحصل على الصبغة الاصلية بالاكسدة للمركبات الليكو الذائبـة واصباغ

الانديجوتين المختلفـــة تعرف بلســـم الانديجـــو (Indigo) وقد حلت محل المستخلصات الطبيعية « النيلة » فى المجـــال الصناعى .

وتطلق الشركات المنتجـــة اسماء تجارية مختلفـــة على هذه الاصباغ مثـــل : Durindone (I.C.I) , (CIBA) (CIBA) وتختلف هذه الاصبـــاغ عن صبغات الانثراكينون فى كونهـــا تتطلب كمية اقل من الصودا الكاوية اثنـــاء استعمالهـــا ، وفى كونهـــا كمجموعة اقل ثباتا للضوء والغســـيل والغلى مع الصودا الكاوية والتبييض .

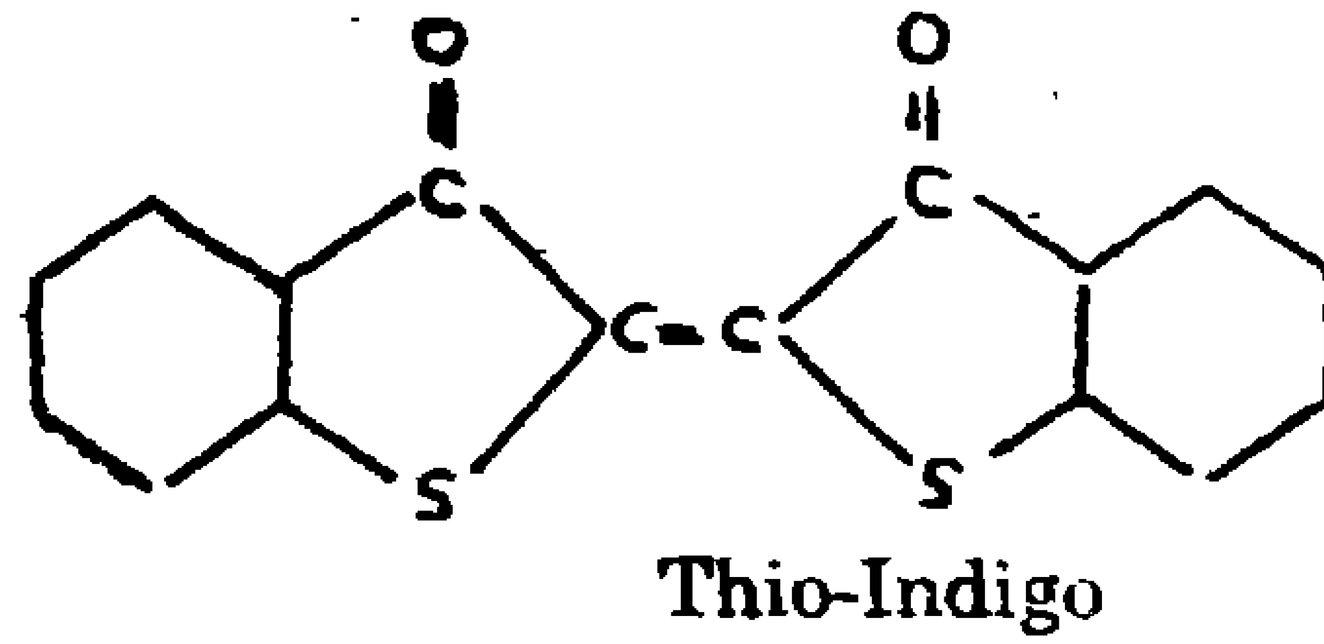
هذا وقد امكن تحوير الانديجو كيميائيا باحلال ذرات هالوجينيـــة فى تركيبه ومنها مشتقات الانديجو رباعى البروم (Tetrabromo derivatives) المهمـــة جدا ، حيث ان طيف اللون مشابه الى أو ربمـــا اكثر زهـــاء من الانديجو نفســـه على الاليـــاف السليلوزية .



CIBA Biue 2 B
Durindone Blue 4 B

وقابليته للسليلوز ومقاومته للاكسدة (خاصة اثناء التبيض) أعلى منه فى حالة الانديجو .

وثيوانديجو (Thio-Indigo) تركيب اســـاسى هـــام لمجمـــوعة من صبغات الاحواض . وهى تعطى لون أزرق محمر على الاليـــاف السليلوزية . والتراكيب التى تستبدل بها ذرة بروم أو كلور أو ميثيل تعتبر صبغات أحواض هامة ، ومن أمثلة ذلك التركيب الاتى :



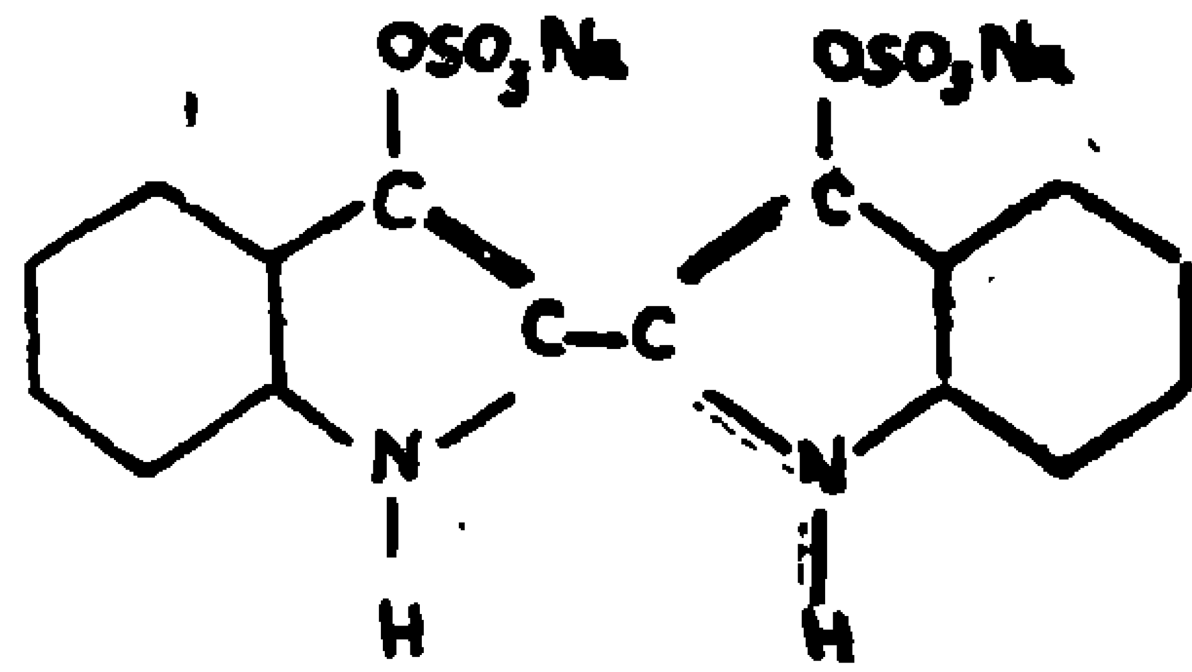
Thio-Indigo

وهذا المركب اكثر مقاومة للهيبوكلوريت عن الانديجو نظــرا لاحـــلال ذرة الكبريت (S) محل مجموعة (NH)

استـرات مركبـات الانديجـو (Esters of Indigoid Compounds)

لتسهيل استعمال صبغـــات الاحواض على نحو صـــناعى حـــاولت الشركـــات المنتجـــة تقـــديم صبغـــــات سـهلة الاذابـــة والاســتعمال وذلك عن طريق تقـــديم الملح الصوديومى لمركبات الليـــكو فى وجـــود زيادة من الهيدروسلفيت والقلوى فى صورة عجينة (Paste) ، الا انه وجـــد أن هذه المركبـــات تكون غير ثابتة لذلك اتجهت الانظار الى تطوير التركيب الكيميائى نفســـه ونجحت شركة (Durand and Hugenin) فى انتـــاج اســـترات حـــامض الكبريتيك مع مركبات الليكو ــ الذى كان من الاكتشـافات الهـــامة ــ حيث أن هـــذه المركبات الجـــديدة تذوب فى المـــاء وهى مختزلة وثابتة ، ويمكن تحويلها الى الحالة الغير ذائبة (Indigoid type) بواسطة الاكسدة على الشعرة . ولقـــد قدمت للاسواق عام ١٩٢٢ باســـم الانديجوزول (Indigosol)

وهـــذه المركبات لهـــا قابلية ضعيفة للشعرة ، لذلك فانهـــا تستخدم بطريقة الغمر (Padding) هذا وقد امكن تحضـــير صبغات جديدة لهـــا قابلية للخامة ويمكن صباغتهـــا بالاستنفاذ .



(Indigosol)

وصبغات الانديجو تتميز بزهاء اللون بالنسبة الى صبغات الانثراكينون ، الا انها لا تضاهيها فى الثبات للضوء وفى بعض الاحيان تتماثل معها فى درجات الثبات للغسيل ·

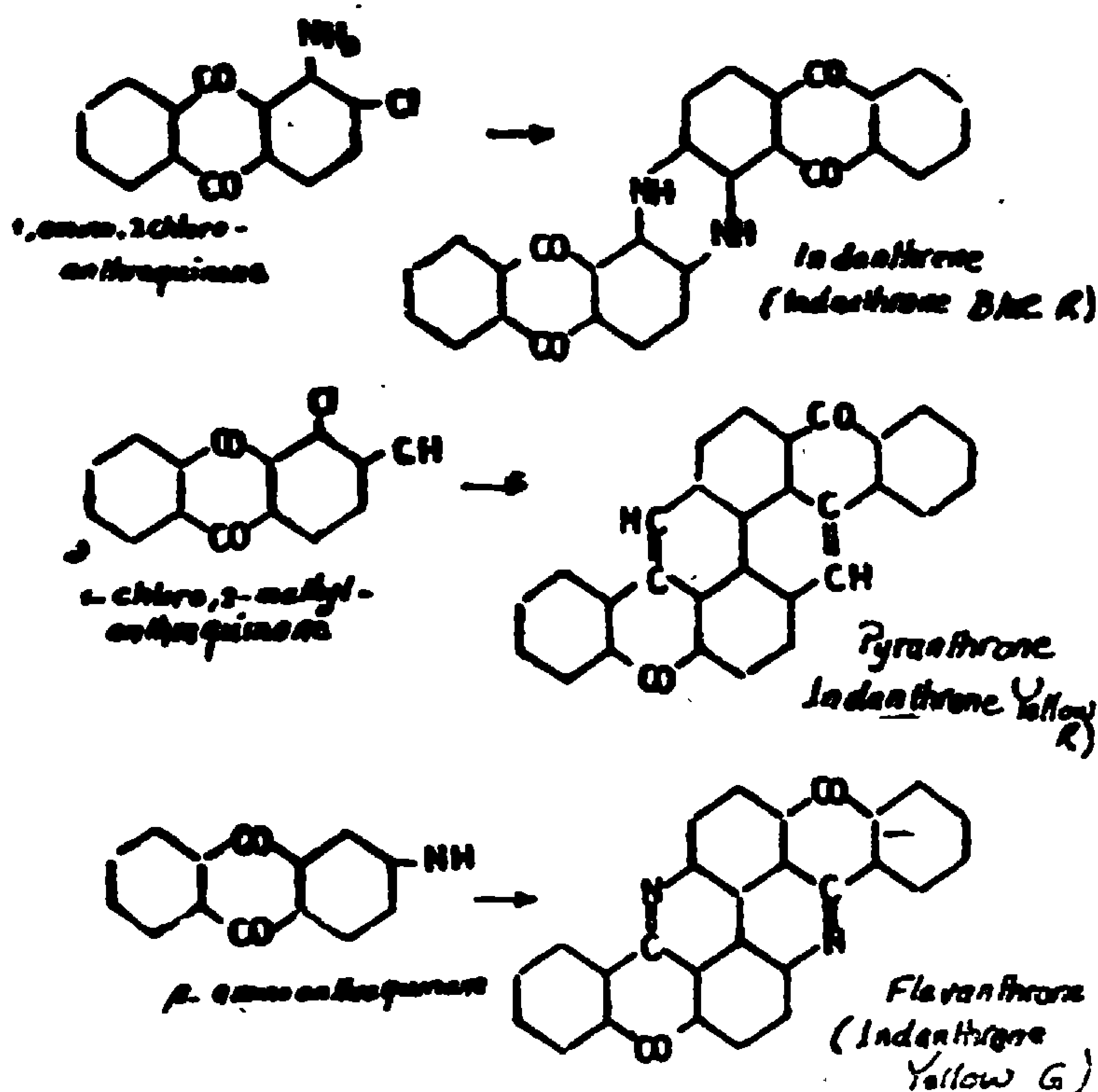
وقد قل استخدام هذه المجموعة ، الا أنها ما زالت تستخدم فى الحصول على الوان زاهية ذات ثبات كبير للغسيل وثبات معقول للضوء ولاغراض خاصة كملابس الرياضة .

١ — صبغات الانثراكينون

(Anthraquinone Vat Dyes)

أدت محاولات الكيميائيين الالمان ، لتفاعل مشتقات امين الانثراكينون لانتاج مركبات شبيهة بالانديجويد (Indigoid) الى اكتشاف الاندنثرون (Indanthrone) والبيرانثرون (Pyranthron) وبالتالى الى اكتشاف مجموعة من المركبات المماثلة (أنظر التراكيب الكيمائية فى الصفحة التالية) ·

ويلاحظ ان كل هذه التركيبات تحتوى على مجوعة ثنائى الكيتون (diketones) السهل الاختزال · وثنائى الكيتون لا يدوب فى الماء ويمكن ان يستخدم كبجمنت (Pigment) ويمكن اختزاله فى محلول قلوى من هيدروكسيد الصوديوم وهيدروسلفيت الصوديوم ليحوله الى الانول (Enols) وغالبا ما يشار اليه بأحماض الاحواض (Vat Acids) أو مركبات الليكو



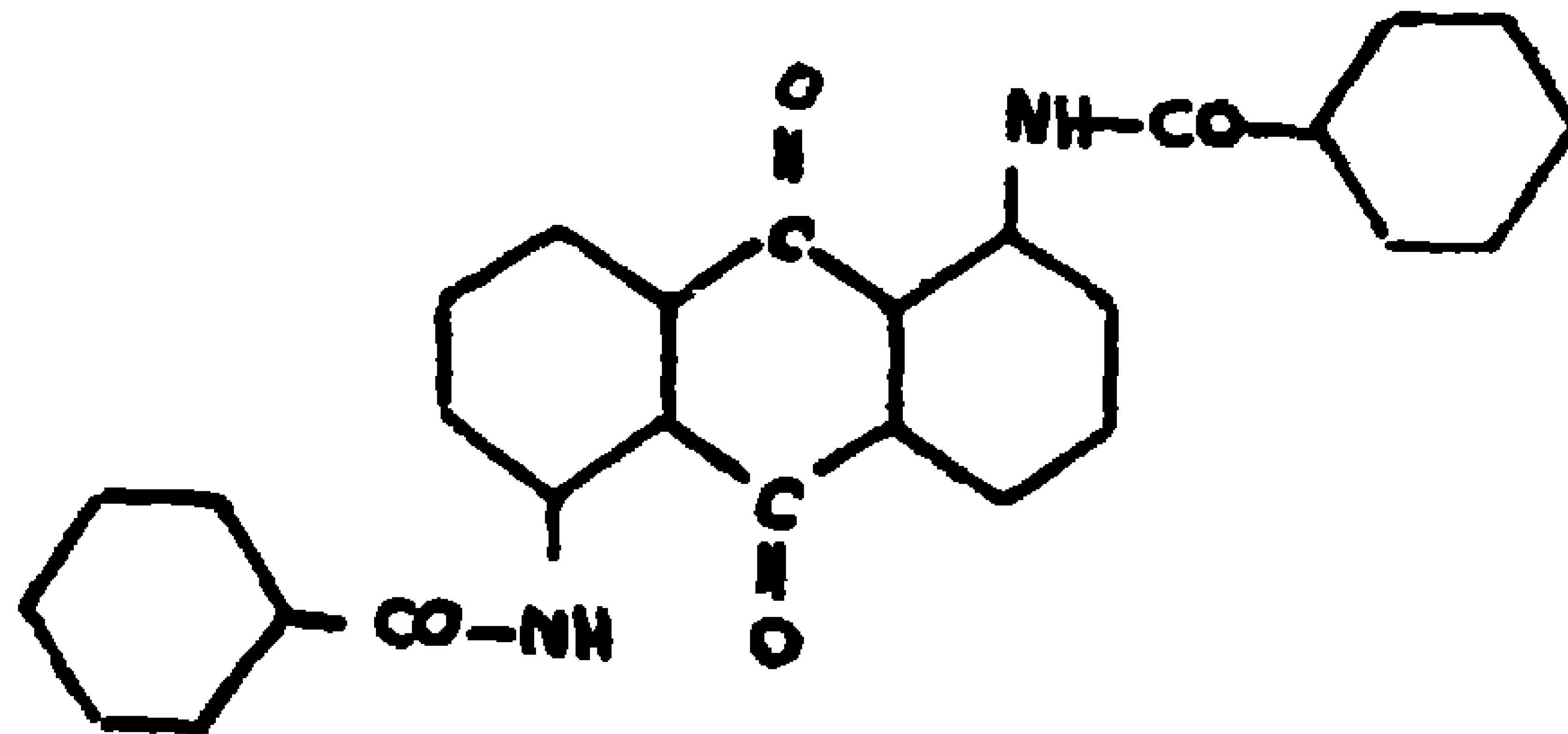
ومشتقات الاندنثرون (Indanthrene Blue R) مع ذرة الكلور او او البروم مستبدلة فى النــواة تعطى اصـــباغ ذات ثبــات أحسن للتبييض بالهيبوكلوريت مثل Indanthren or Caledon Blue GC

ولقــد كان لاكتشـاف الاندنثرون والفلافنثرون والتحقق من مدى اهميتهـا كاصباغ احواض دافع قوى للباحثين للحصول على مجموعات اخرى من هذا النوع من المركبات مما أدى الى اكتشاف العديد من صبغات الاحـــواض ذات التركيبات الكيميائية المختلفــة كالآتى :

١ ـ ايثيل امينو أنثراكينون (Acylamino Anthraquinone)

مركبات الليــكو الذائبــة لامينات الانثراكينــون ليست لهـا قابليــة للالياف السليلوزيــة . الا أن أثيلت المجموعــة الامينيــة (Acylation)

ينتج عنهـا مجموعة من صبغـات الاحواض . ولكن ليست كل مشتقات الايثيل صـالحة كاصباغ ـ حيث ان القلوى المستخدم فى الاذابة يحـلل بعض مجموعات الايثيل امين (Acylamine) ولكن الغالبية من الاصباغ المناسبة هى مشتقات البنـزويل (Benzoyl Derivatives) الناتجة من تفـاعل امين الانثراكينون مع كلوريد البنزويل او مشتقاته



Indanthrene Yellow GK
Caledon Yellow 3G

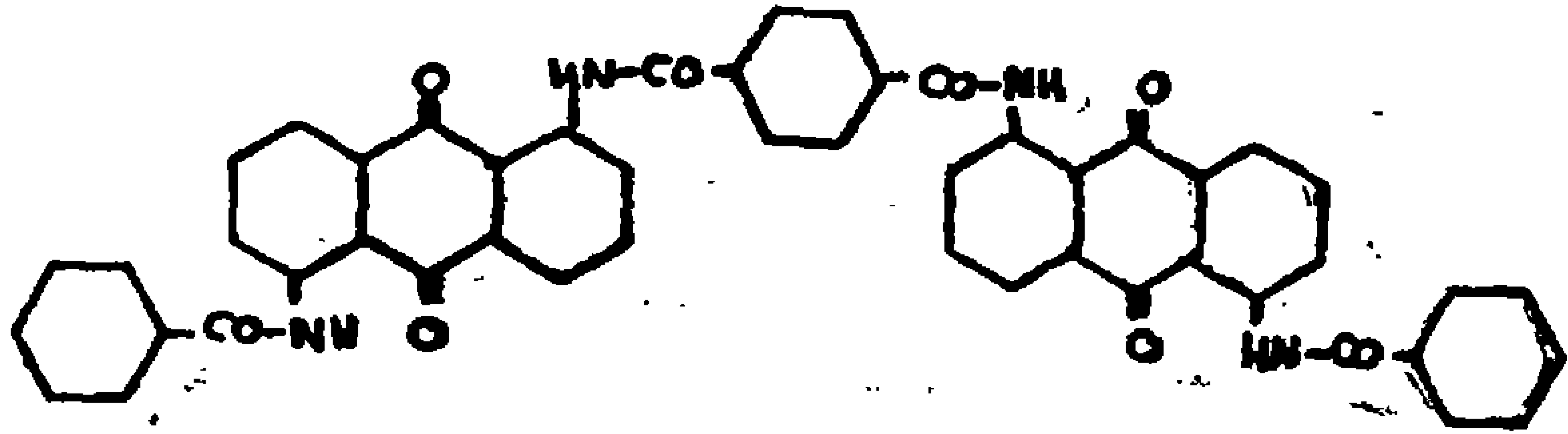
وصبغات هذ هالمجموعة يقع فى مجالهـا الالوان : الاصفر ، البرتقالى ، الاحمـر والبنفسجى .

ومجموعة — NH — CO — للبنزويلامين (Benzol Amine) حساسة للتحلل تحت ظروف التشغيل المختلفة مثل زيادة الهيدرو سلفيت ، والصودا الكاوية ، الحرارة المرتفعة او اطالة المـدة التى تكون فيهـا الصـنفة فـى حالة مخـتزلة الا ان لهـذه المجموعة درجات تجانس جيـدة واستنفاذ الحمـام يتحسن باضافة ملح .

وافراد هـذه المجموعة الصفراء لهـا درجات ثبـات منخفضة للضوء (٥ ـ ٦) على الاليـاف السليلوزية ولكن تتحسن فى الالوان البرتقالى ، الاحمـر والبنفسجى (٧ ـ ٨) اما افراد هـذه المجموعة التى تحتـوى على مجموعة الهيدروكسيل (OH —) لها درجات ثبات منخفضة لمعالجات النسيل القلوية وفى مراجـل الغليـة والعمليات الاخـرى وذلك لتكوين الملح الفينولى للصبغة (ONa —) التى تسهل اذابته فى القلوى .

وقد تم تعـديل هـذه المجموعة عن طريق تغيير مجموعة الايثيـل ونتج عن ذلك ذات أطياف غامقة . فالالوان الحمراء والوردية هي مركبات ايثيـل أمين انتراكينون تحتـوى على مجموعات سلفوناميد (Sulphonamide)

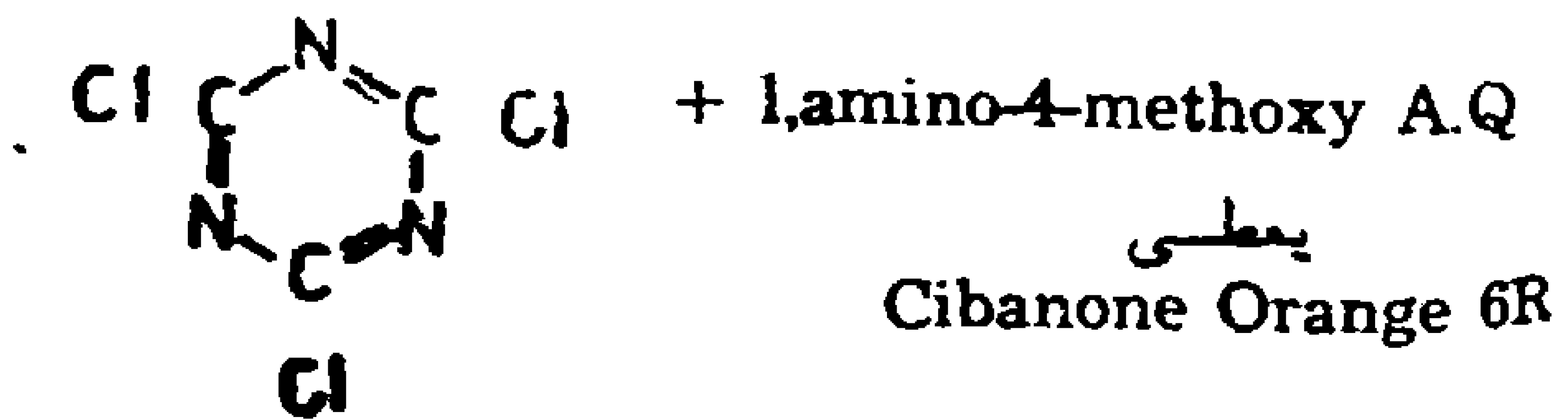
ولقـد كان الهـدف من وراء هـذه التعـديلات هو تحسين القابلية وانتاج صبغات ذات ألوان جـديدة وحيث ان زيادة حجم الجزيئى يصحبـه زيادة فى القابلية للاليـاف السليلوزية ، فان الاحماض الثنائية (Dibasic) قد استخدمت كمواد للاثيلة (Acylating Agents) والمثال الواقعى هنـا هو الصبغـة Caledon Yellow 4G

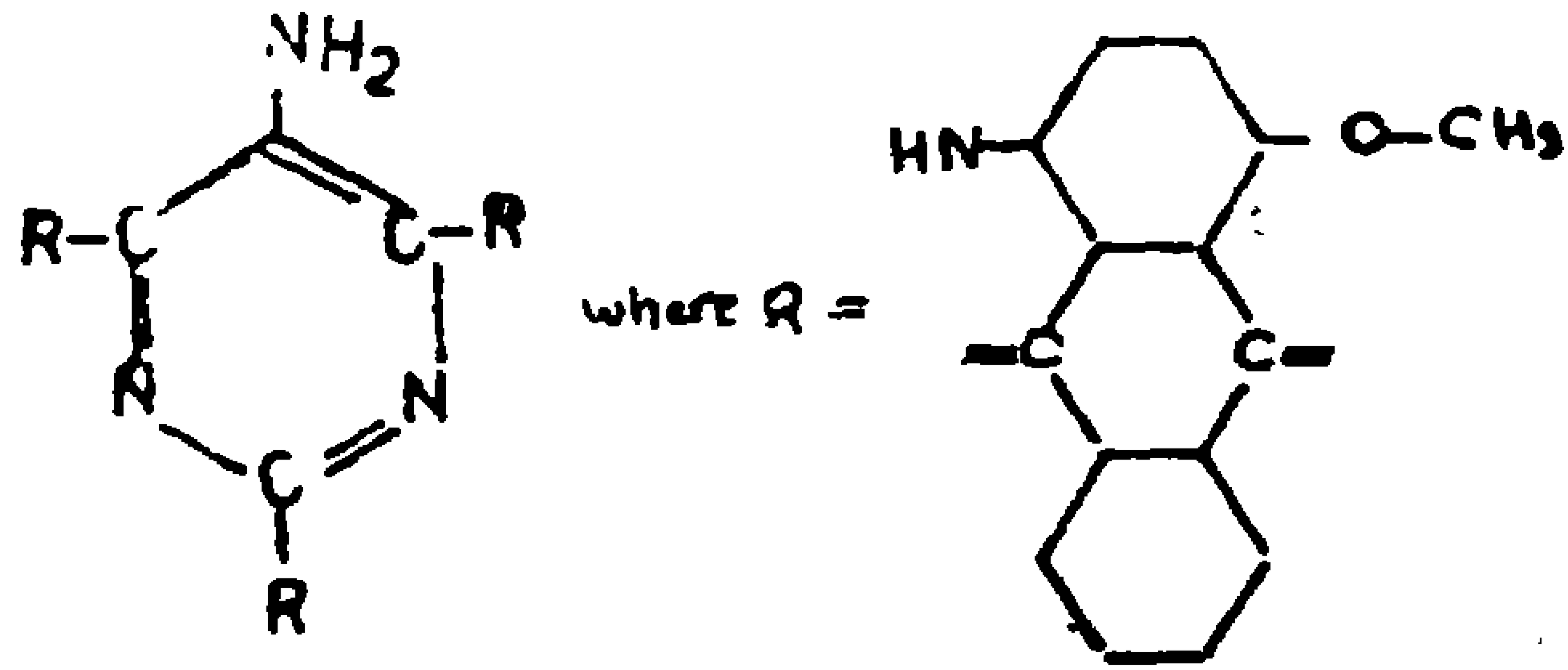


٢ ـ تكاثف امينو انثراكينون مع كلوريد السيانيورك

(Condensation Products of Amino-Anthraquinone and Cyanuric Chloride)

تكاثف كلوريد السيانيوريك يتم كالاتى :





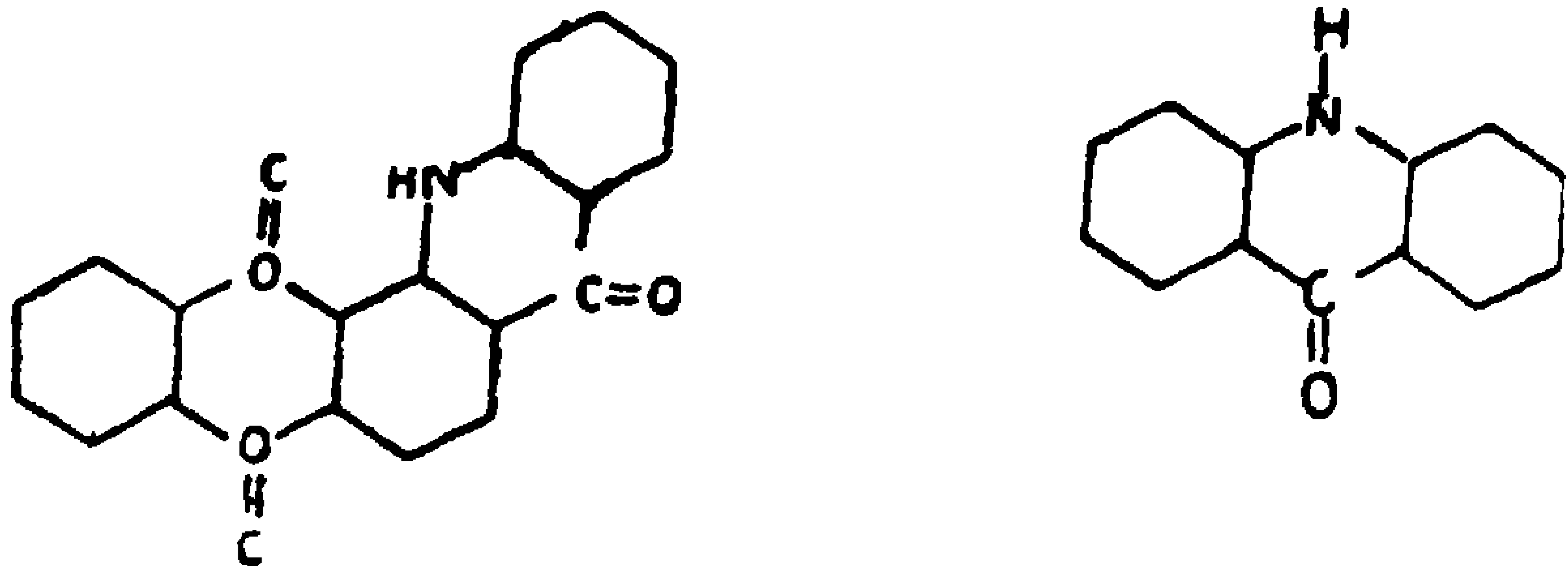
بعض صبغات هــذه المجموعة

Cibanone Red G and 4B
Cibanone Yellow 2GR

وهذه المجموعة تحتوى على صبغات تتدرج من الاصــفر ، البرتقالى الى احمر وثبات الضوء على الياف السليلوز يتدرج من ٥ — ٧ . والمجموعة ككل لهـــا درجات ثبات جيدة للغسيل والتبييض ولكن بعض افرادهـــا مثل Cibanons Orange 6R و Cibanone Red G تحتــوى على مجمــوعة methoxy لهـــا ثبات متوسـط لغليـــان المرجـــل اما Cibanone Red G فلهـــا ثبـــات منخفض للمذيبـــات العضوية وللعرق ، وربمـــا هـــذا يرجع لنشـــاط مجموعة الامين الحـــر فى سلسلة السياتيورك .

٣ ـ انثراكينون اكرادون (Anthraquinone Acridones)

يتكــون انثراكينون اكــرادون مـــن تكاثف حـــامض ارثوكلوربنزويك (O-chlorobenzoic) مع امينو انثراكينون (L-amino anthroquinone)



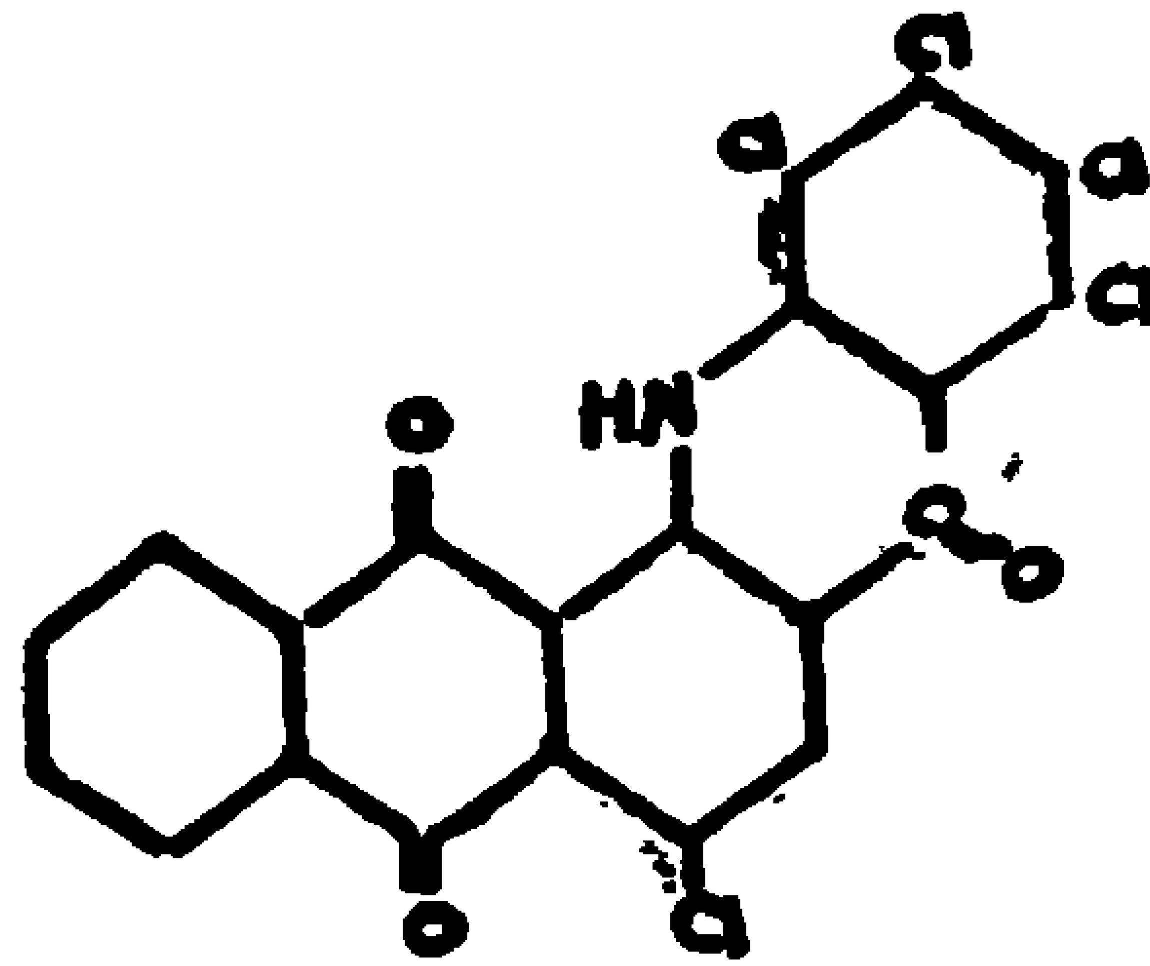
Acridone ring

واهم صبغات هـــذه المجموعة هي :

Indanthrene Violet RN
Indanthrene Violet RRN
Caledon Violet RN
Indanthrene Turquoise Blues,

ولقـــد شملت التطورات الحديثة هذه المجموعة وتركزت على تحسين قابليتهـــا ، وبالتـــالى ثباتها للبلل . ولقـــد ادى ادخال واستبدال الهلوجينات في هـــذه المركبات الى كثير من التحسن ومن هـــذه الامثـــلة :

Indanthrene Brillant Pink BBL



وانتراكينون اكرادون قد استخدم كمـــادة وسط . فامينو انتراكينون يمكن اثيلته مع احماض الكربوكسيلك للانتراكينون اكرادين . وهناك صبغتين اساسهمـــا هذا التركيب همـــا

Indanthrene Orange RR

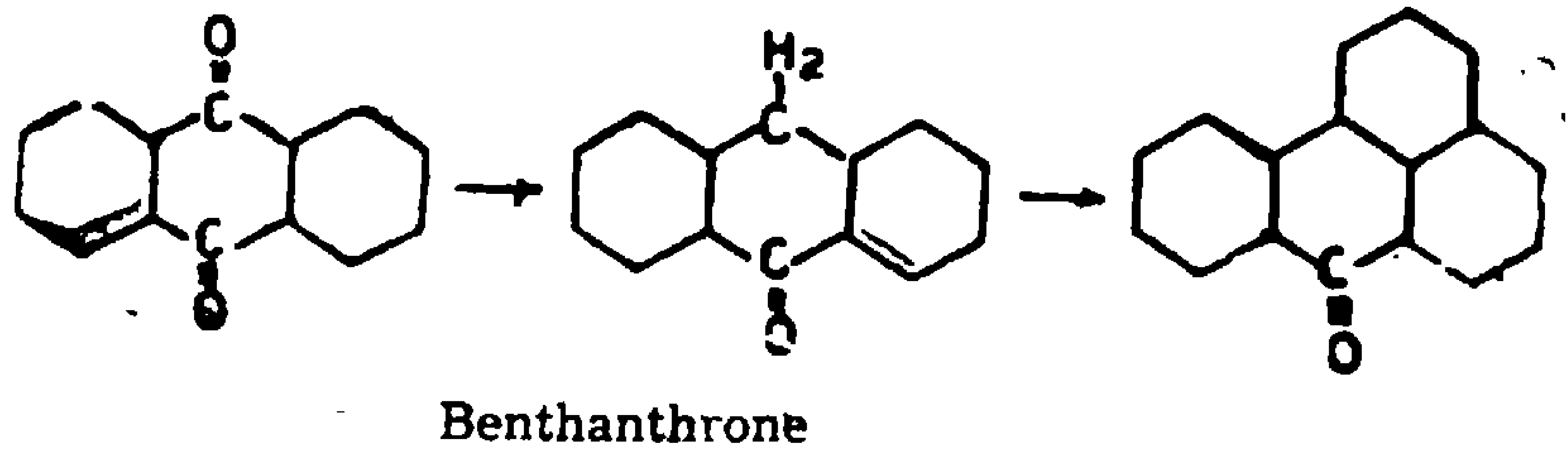
Indanthrene Green 4G

والاصباغ التي تحتوى على تركيبه الانتراكينون اكرادون لهـــا درجات ثبـــات ممتـــازة للضوء .

وهـــذه المجموعة تعطى الالوان برتقالى — احمر — بنفسجى — ازرق والاخضر . وتمتـــاز بوضوح اللون وثبـــات ممتاز للضوء ، وليست لهـــا تاثير على تفكك الخامـــة . اما ثبات البـــلل وبالاخص للغسيل والغليان فى القلوى والتبييض فانهـــا تختلف ولكنهـــا جميعا معقولة .

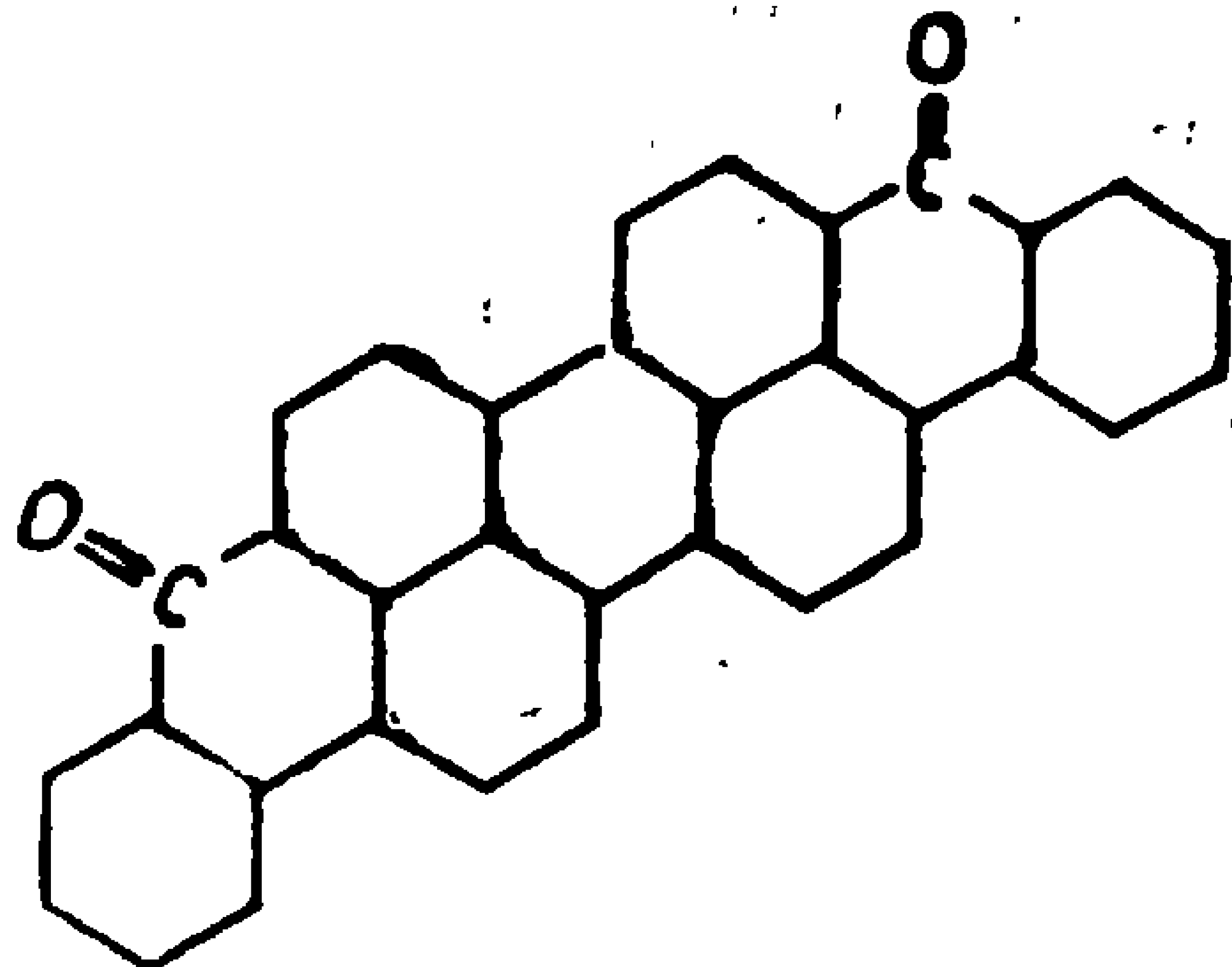
٤ — بنزانثـــرون (Benzanthrone)

يمكن الحصول على هذه المجمـــوعة باختزال الانثراكينون الى انثرون (Anthrone) ثم تفـــاعل الانثرون مع الجلسرين وحامض كبريتيك مركز



Benthanthrone

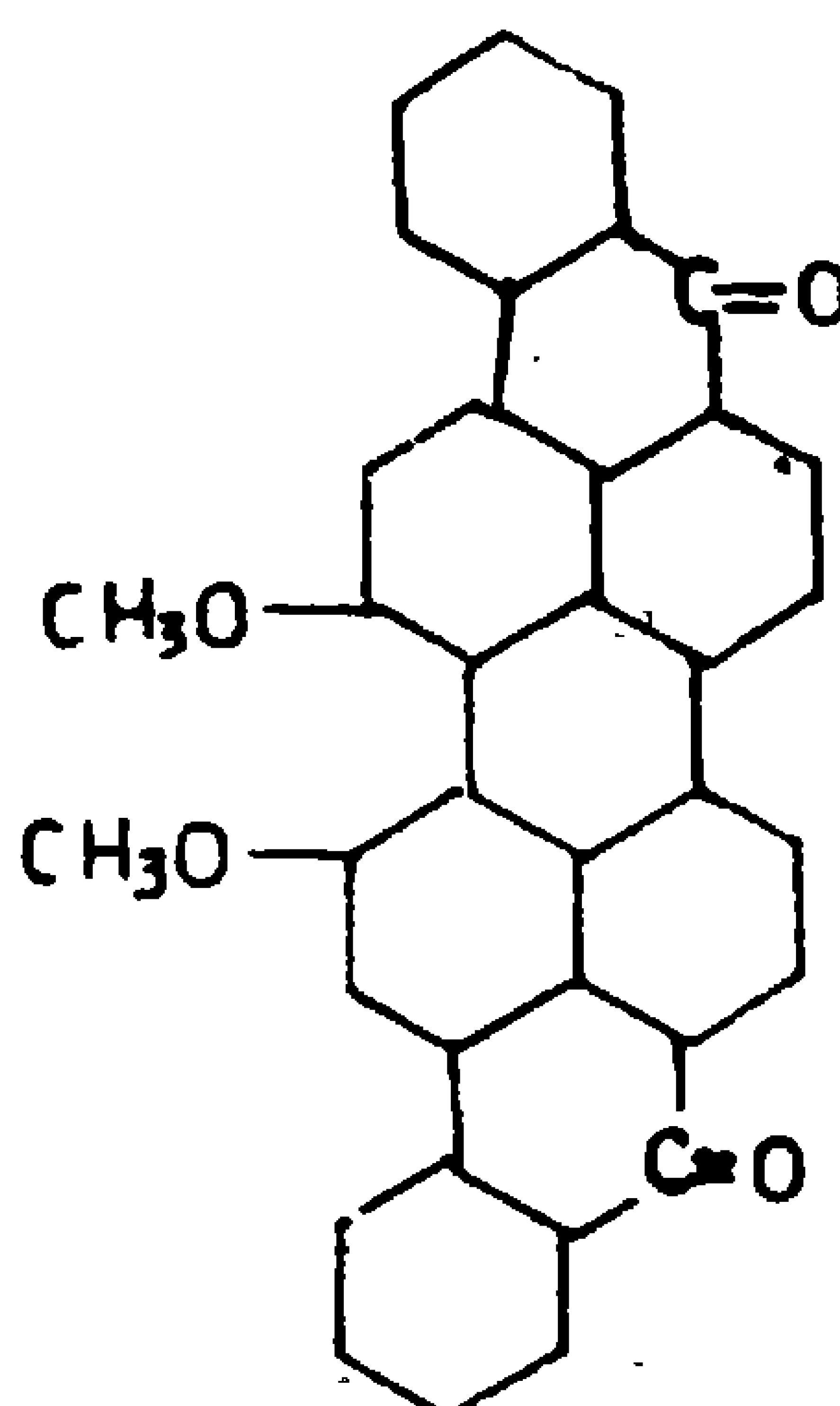
والانصهـــار القلوى يوحد جزئين من البنزانثرون ليعطى ثنـــائى البنزانثرون أو الفيولانثرون مثل Indanthrene Dark Blue BO



وخواص ثبات هـذه الصبغة للضوء والغسيل والكلور جيـدة ولكنها حساسة لتغيير اللون من تأثير قطرات المـاء .

ومشتق ثنـائى نيترو لثنـائى البنزانثرون هو Indanthrene Blak 2B والذى يصبغ الالياف السليلوزية باللون الاخضر الغـامق ، تتحول الى اللون الاسود بالاكسدة بالهيبوكلوريت أو نتريت الصوديوم .

ومن ثنـائى البنزانثرن تم اكتشاف ثنائى هيدروكسيد الفيولانثرون (Dihydroxy-Violanthrone) والتى ادت الى صبغة احواض هـامة هى Caledon Jade Green وهى ثنائى الميثيـل لهذا المركب :

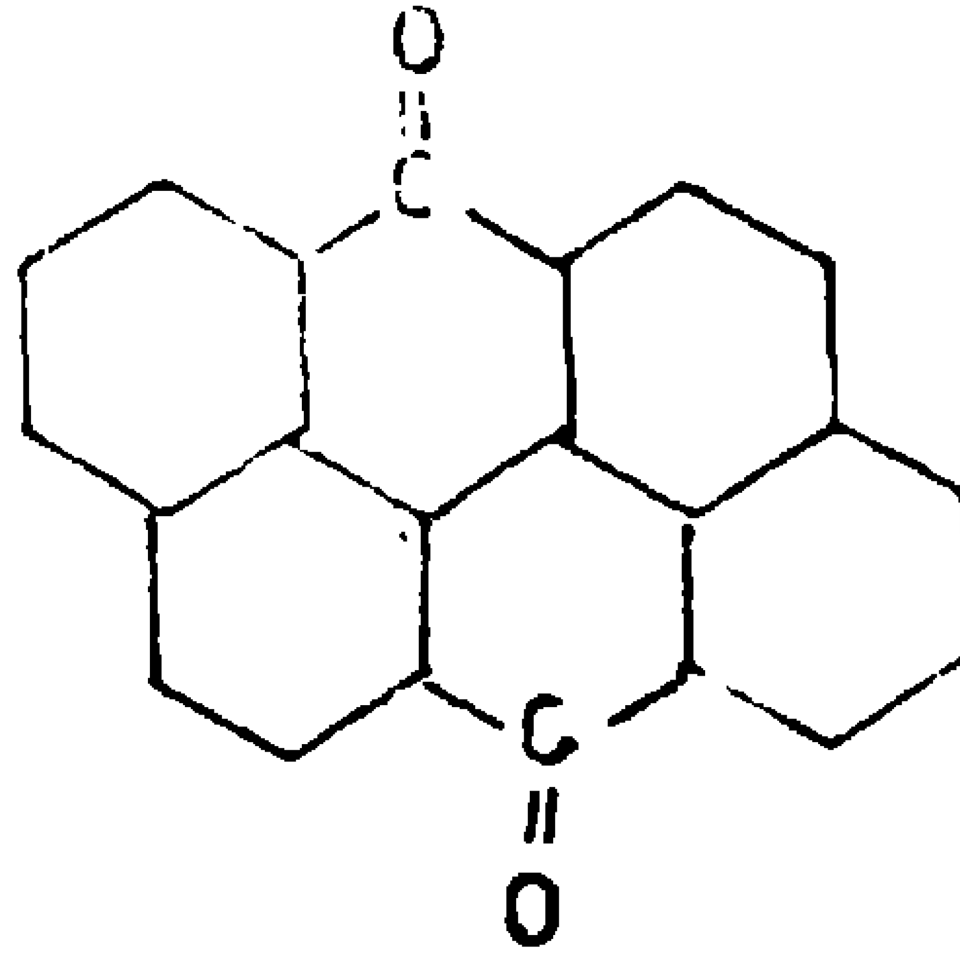


ومشتق ثنـائى الميثيل يميل الى الزرقة ، ولقـد اجريت محـاولات عديدة لتغيـر المجموعة المستبدلة فـى مكـان مجموعـات ثنائـى الميثـوكسى (Dimethoxy) ولكن لم يكتشف لـون أخضر يمكن أن ينافس Jade Green

وهذه المركبات تشمل الالوان الاصفر والقرمزى بدرجة وضوح جيدة . ودرجات ثبات الضوء تتحسن (٥ : ٧) بزيادة درجة الهيدرجة (Hydrogenation)

اما ثبات الغسيل القاسى وغليان المرجل فانهـا متوسطة .

٥ - الانثنثرون (Anthanthrone)



الانثنثرون ، التى هى برتقالية اللون ، سهلة الاختزال لتعطى محلول مركب الليكو ولكن قابليتهـا ضعيفة جـدا للاستعمال الصناعى .

ومشتقات ثنـا الكلور وثنائى البروم ، مع ذلك لهمـا قابلية متزايدة .

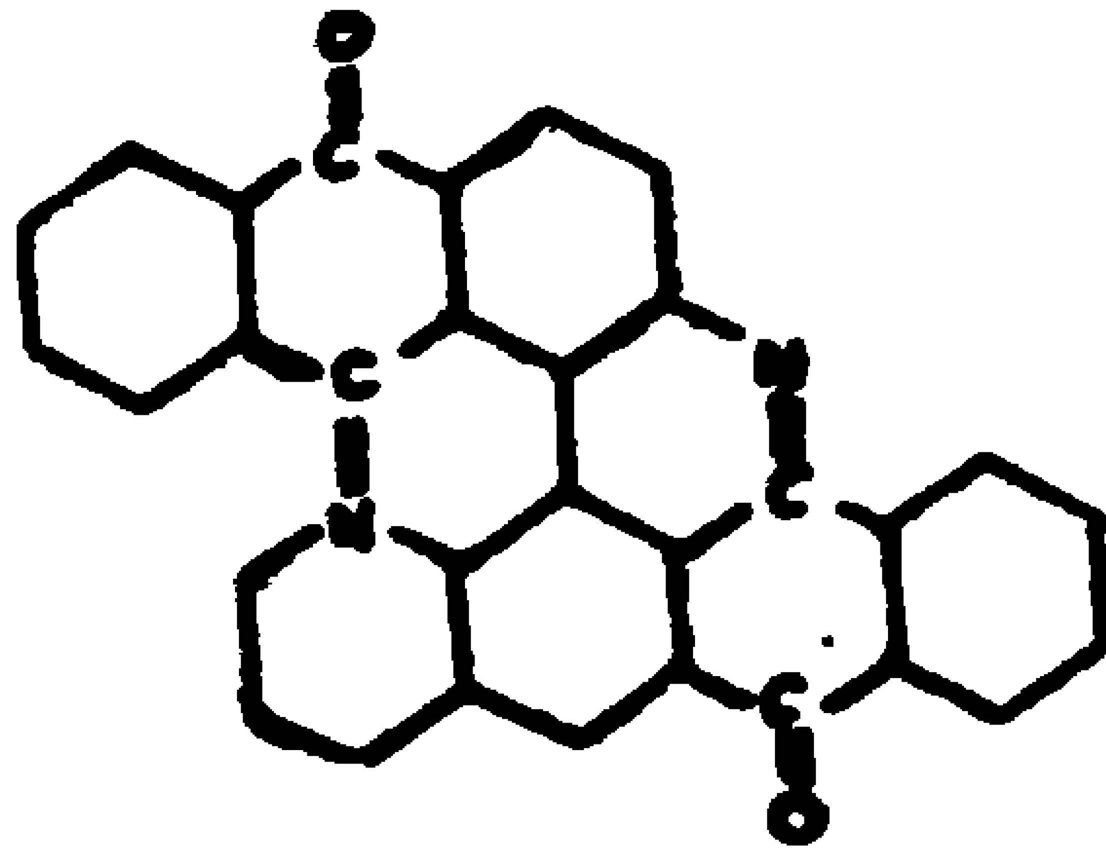
ومن امثلة مشتقات ثنائى الكلور Indanthrene Brillant Orange GK

ومشتقات ثنـائى البروم Indanthrene Brillant Orange RK

وعيوب هذه المجموعة انهـا تساعد على تحلل السليلوز بالاكسدة بالرغم من درجـات ثباتهـا الغـير عادية للضوء والغسـيل ، اما ثبات الغليـان فى القلوى فهى متوسطة .

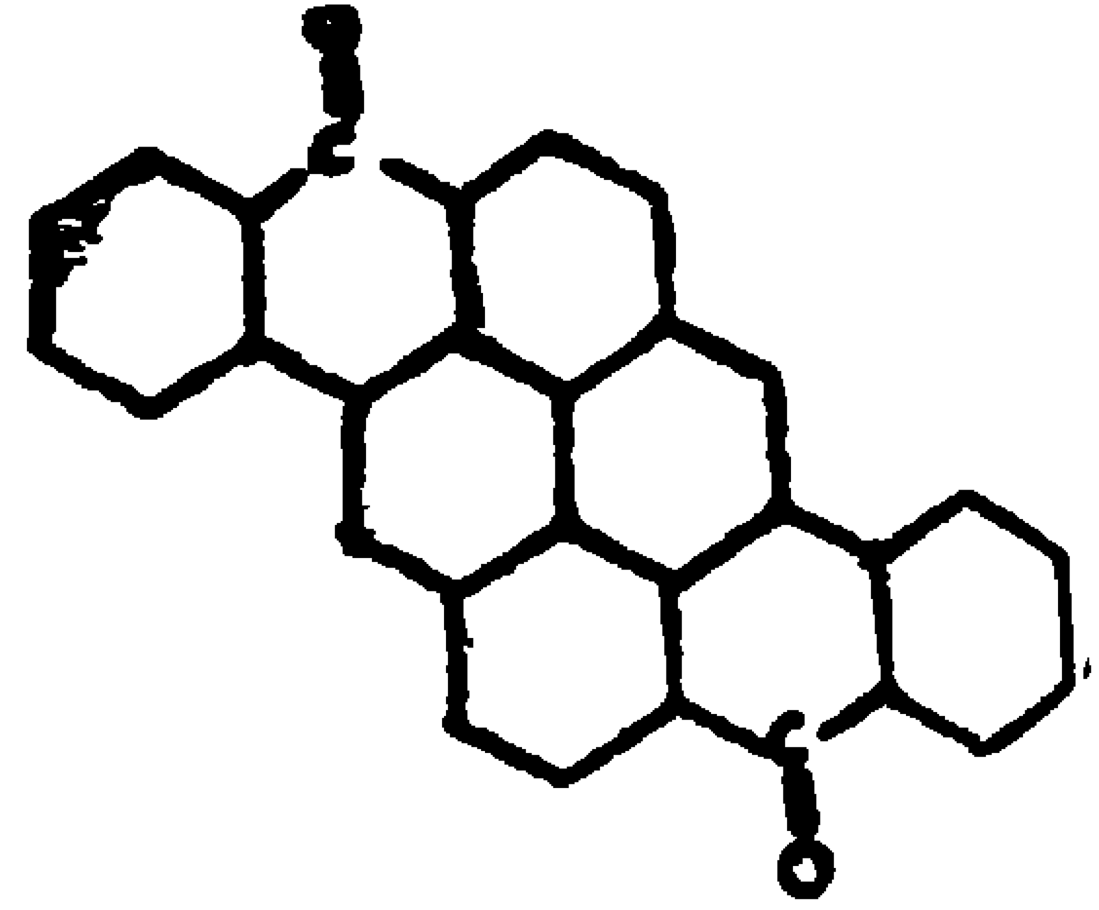
٦ - بيرانثرون والفلافنثرون (Pyranthrone and Flavanthrone)

الفلافنثرون (Indanthrene Yellow G) يتحـول الى مركب الليـكو بالاختزال تحت ظروف معتـدلة اثنـاء غليـان الصودا ، وحتى تحت الاضاءة الشـديدة اما الفلافنثرون فانه ليس سهل الاختزال كسابقة .



Pyranthrone

Indanthrene Yellow G



Flavanthrone

Indanthrene Golden Orange G

والمشتقات الهلوجينية للبيرنثرون تمثل ركن هام من صبغات الاحواض فثنائى بروم البيرانثرون هو Caledon Gold Orange RRT أما ثلاثى البروم فهو Caledon Gold Orange 4R وهذه المجموعة لها ثبات ضوء من ٥ — ٧ وتزداد بزيادة درجة الهلجنة

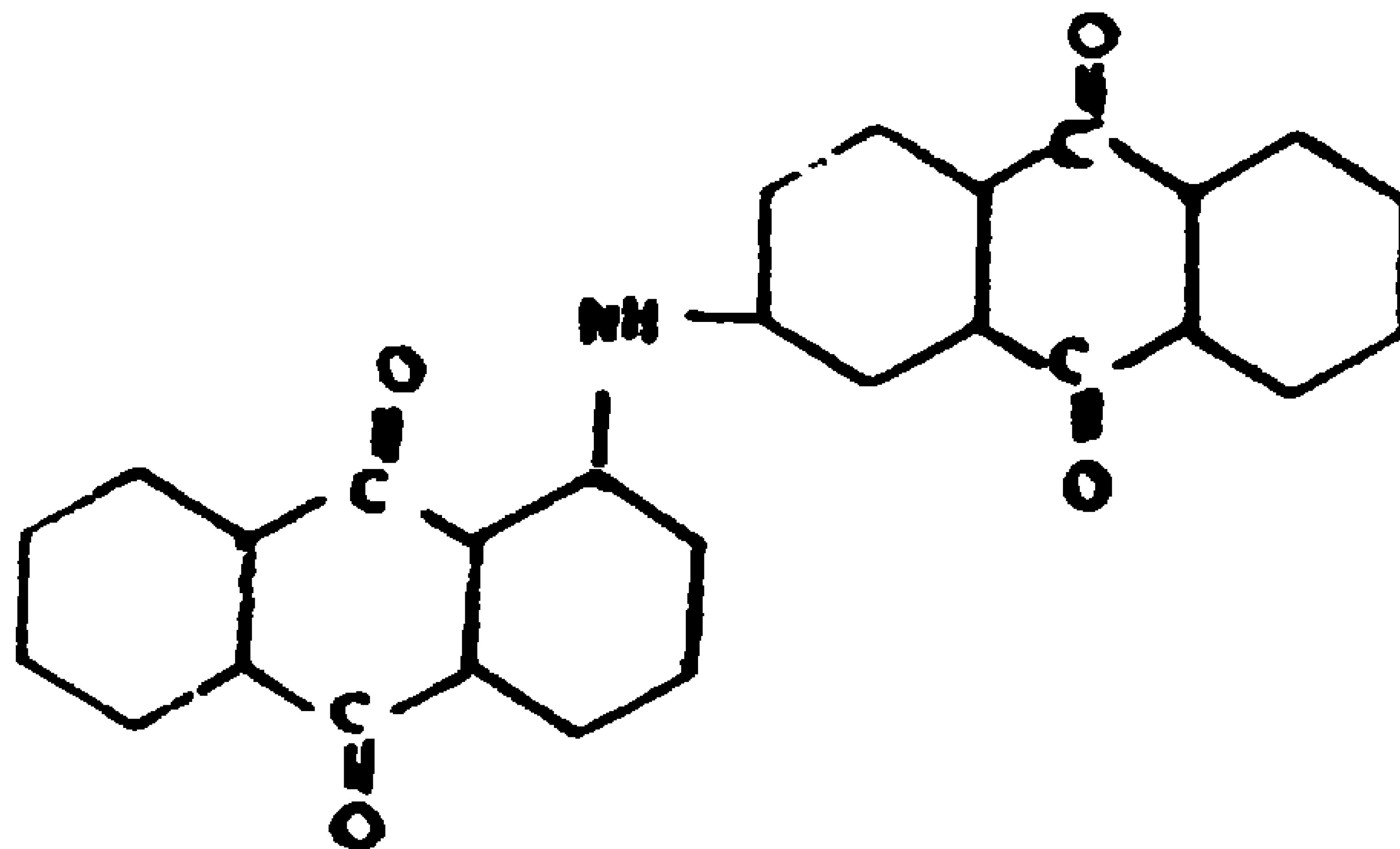
٧ — انثراميد (Anthramides)

وتتكون هذه من اثنين أو أكثر من نواة الانثراكينون مرتبطين بواسطة مجموعات ايمين ، مثل :

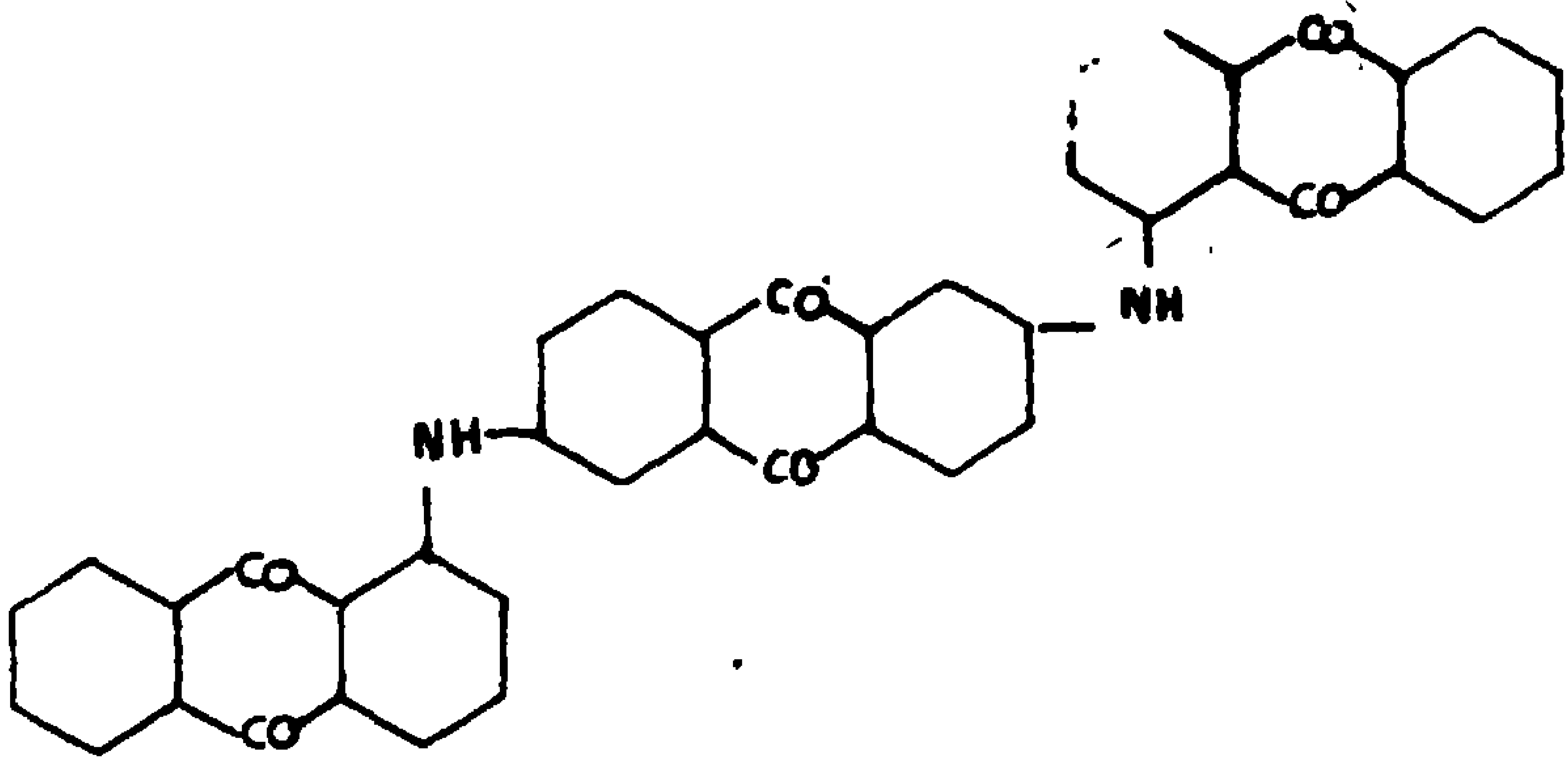
1 — AQ—NH—AQ

2 — AQ—NH—AQ—NH—AQ

ومن أمثلة النوع الاول Indanthrene Orange 6RTK



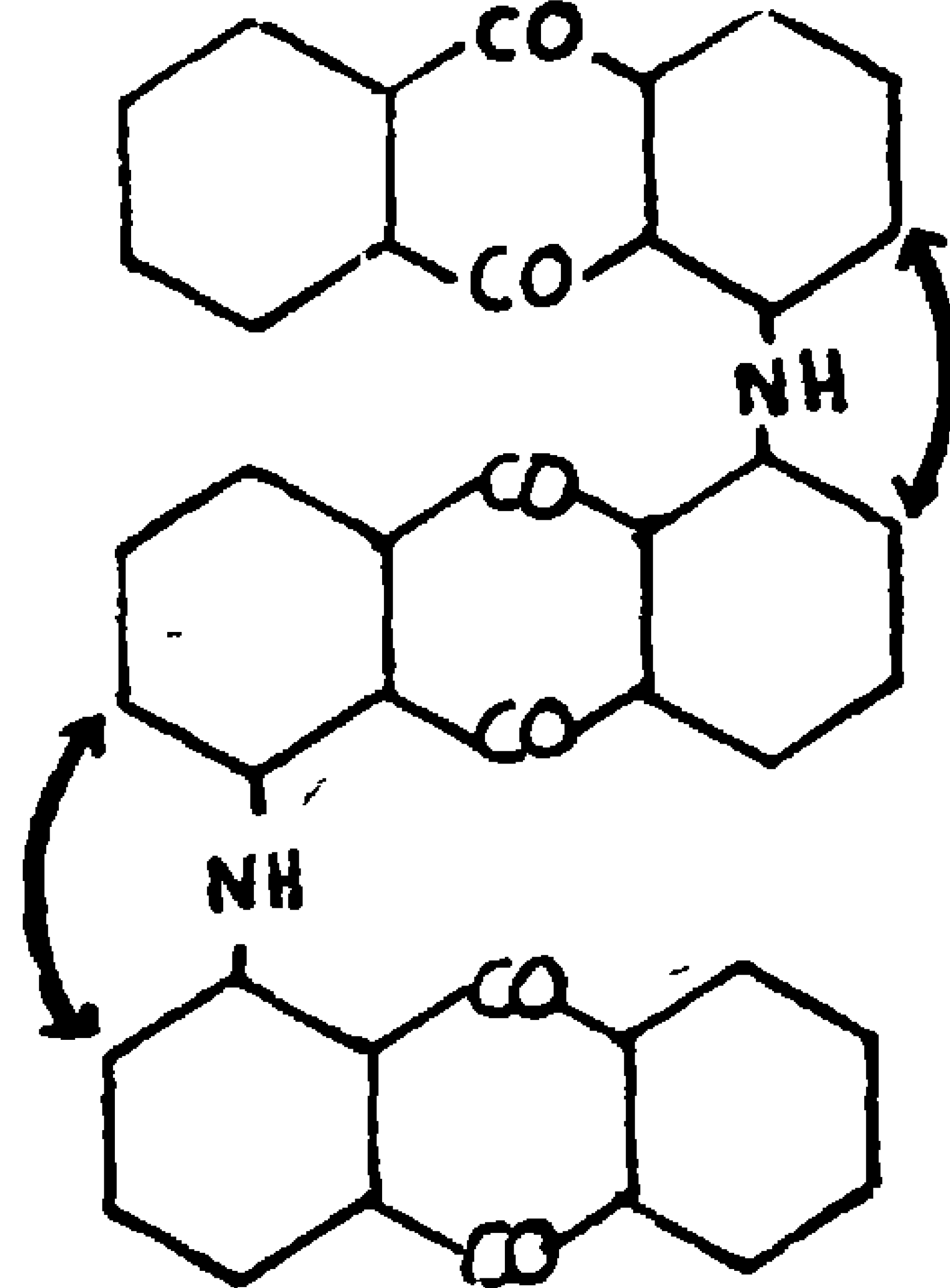
والنوع الثــانى : Indanthrene Red G



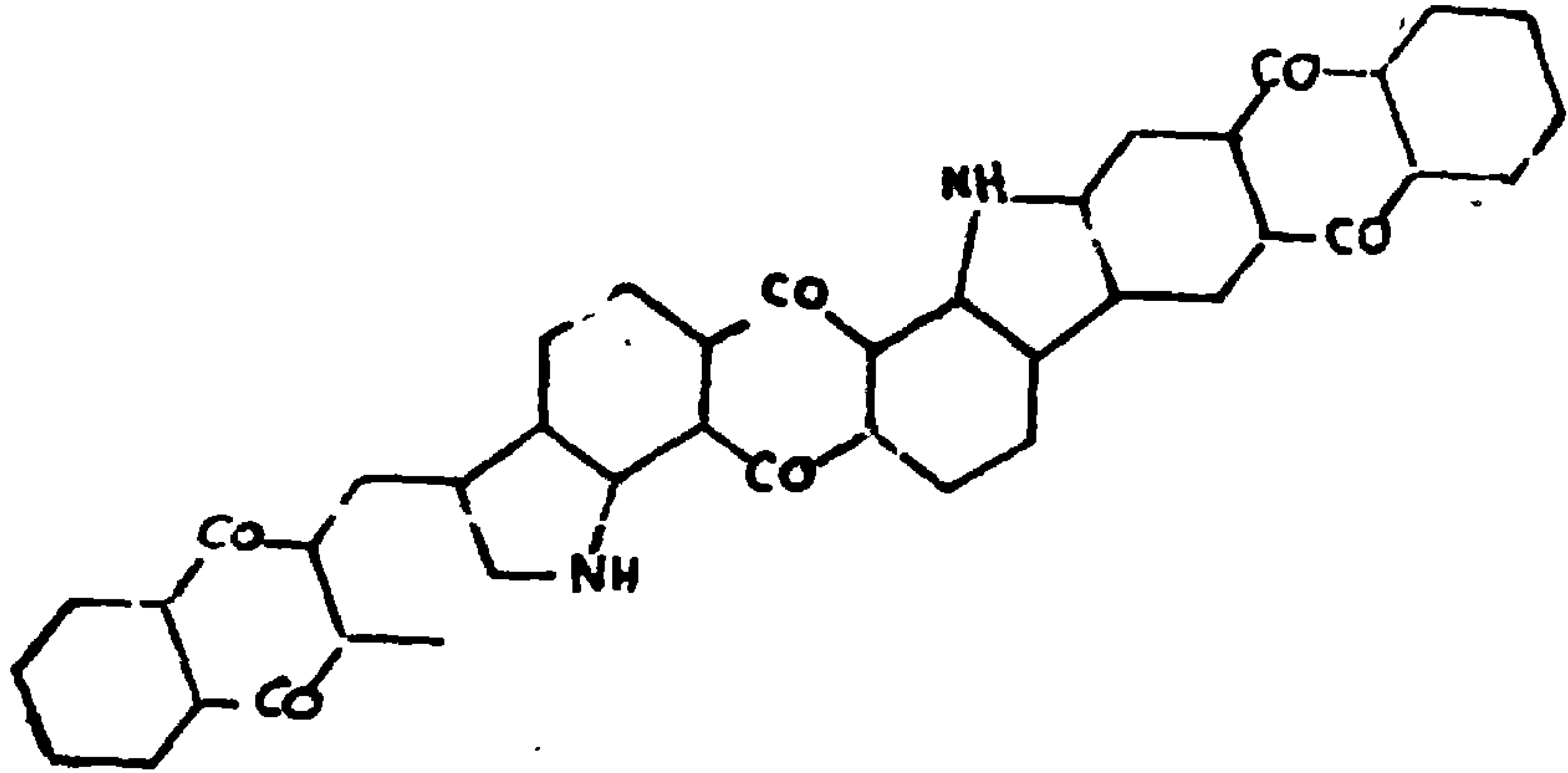
ومجموعة الانثراميــد لهــا ثبات كيميائى شامل وهى سهلة التحضير بتكاثف الفــا او بيتــا امينو انثركينون مع الفا او بيتا كلورو انثراكينون ومشتقاته وتعطى هــذه المجموعة الالوان من البرتقالى ، الاحمر ، الرمادى لكنهــا تفتقر الى الزهاء ولهــا ثبات جيــد للضوء والغســيل ، والكلور وغليــان الصــودا . وهذه المجموعة ليست لها اهمية كبيرة كاصباغ ولكن كمواد وسط .

٨ ــ كربــازول (Carbazols)

تكاثف دامينو انثركينون مع كلور انثراكينون ينتج عنه مركب الدايمين



وهـــذا المركب ليست له اى قيمة كصبغة ولكن عند انصهـــاره مع كوريد الالومنيـــوم يعطى Indanthrene Yellow 3RT والذى يحتـــوى على حلقـــة الكربازول Carbazol ring

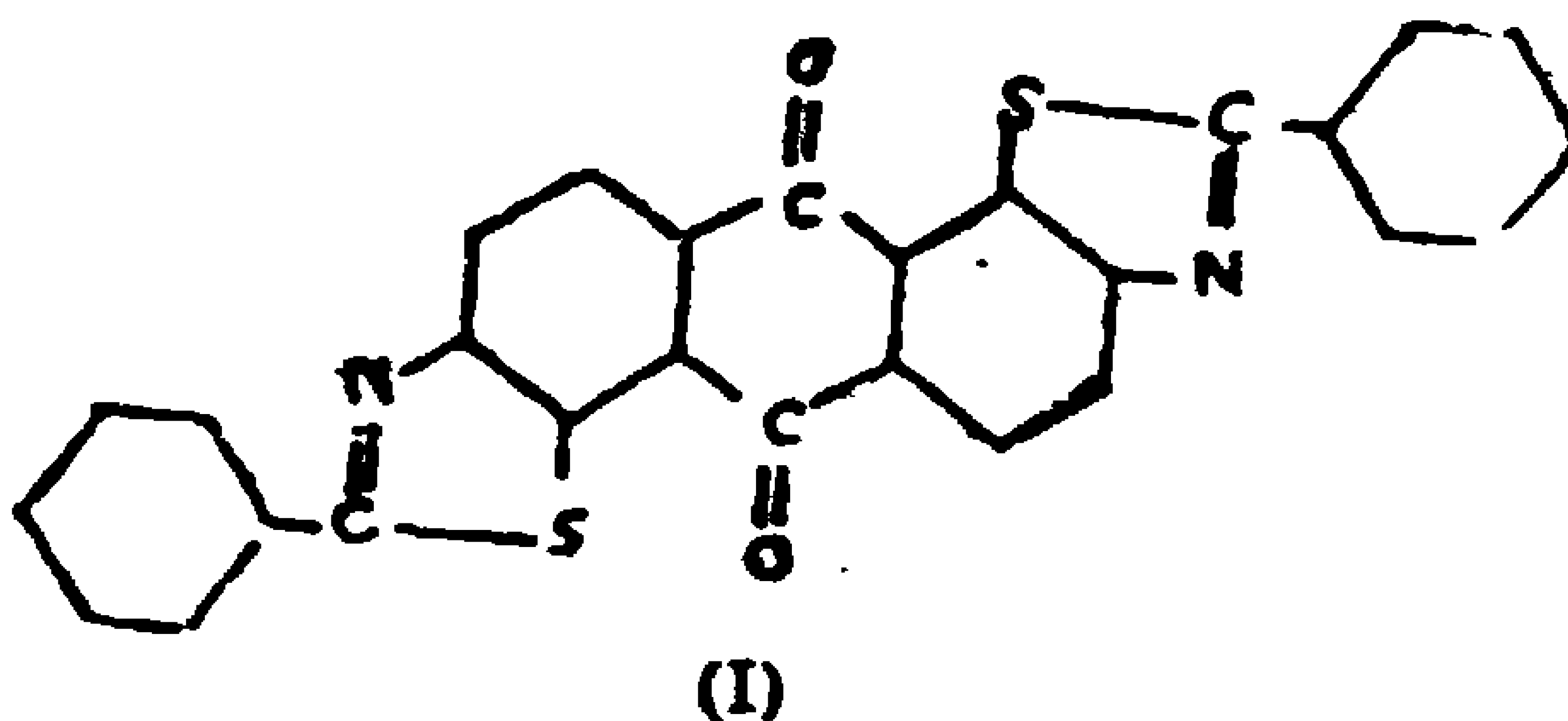


وانثراكينونيل كربازول (Anthraquinony Carbazol) يمتازوا بالثبـــات الممتـــاز للضوء وللبلل أما درجات الثبات لغليان المرجل والتبييض بالكلور فهى جيـــدة .

٩ ــ مركبـــات الانثراكينون التى تحتوى كبريت
(Sulphur-Containing Anthraquinone Compounds)

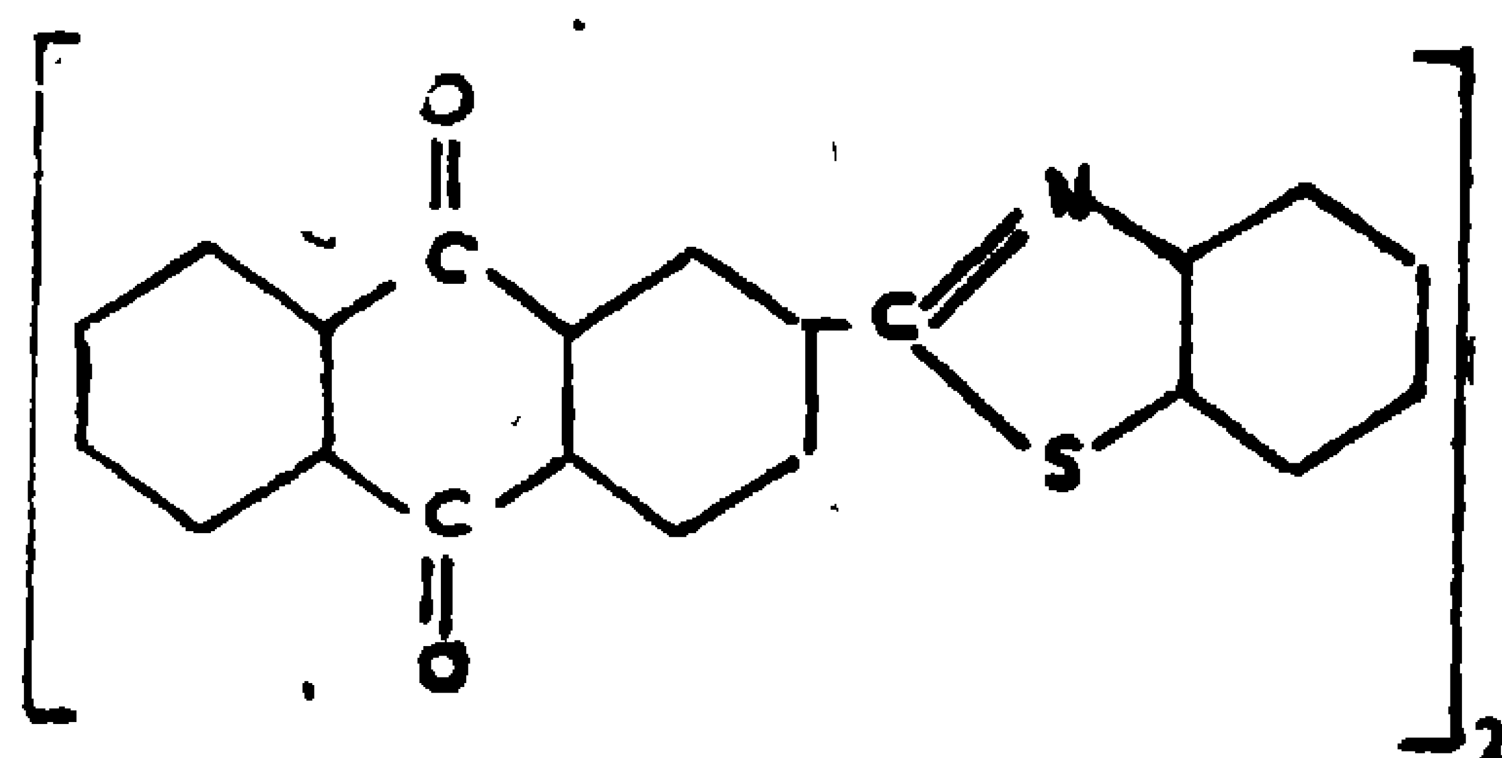
وهذه المجموعة من مركبات الانثراكينون تحتوى على ذرة كبريت ، وهي ذات فائدة كأصباغ وبعض هذه المركبات تستخدم بطريقة الاخـــتزال العادية كصبغات الاحواض ، وبعضهـــا يمكن ان تستخدم بطريقة اصـــباغ الكبريت او بطريقة اصباغ الاحواض ــ والاخيرة يشار اليهـــا دائمـــا بصبغـــات الاحـــواض المكبرته (Sulphorized Vat Dyes) . ومن امثـــلة هـــذه الصبغات :

(I) Anthra Yellow GGS
(II) Indanthrene Yellow GF



(I)

وهـذه الصبغة لهـا ثبـات جيـد للبلل ، ولكن ثبات الضوء ليس كصبغات الاحواض الممتازة .



(II)

وهذه الصبغات تحتوى على حلقة الثيازول (Thiazole Ring) وتشمل الالوان الاصفر ، الاحمـر ، الازرق وثبـات الضوء معتدل وبعضها يساعد على تفكك الخامـة .

استرات الانثراكينون لصبغات الاحواض

(Esters of Anthraquinone Vat Dyes)

استخدمت فكرة تحضير اسـترات ذائبة لمركب الليكو ـ كما فى حالة صبغات الانديجو ـ بالنسبة لصبغات الانثركيون وذلك لانتاج افراد اخرى من صبغات الاحواض الذائبة مثل مجموعة الانديجوزول (Indigosol) والسوليدون (Soledon) . . . . الـــخ .

والمركب الناتج هو الملح الصوديومى لاسترات السلفون لمركبات الليكو وهذه الاسترات تتفكك بالاكسدة وتتكون الصبغة الاسلية الغير ذائبة .

وقد جرت العادة على أن تورد صبغات الاحـواض للاسوق فى أشـكال مختلفة تتناسب مع مختلف الاستعمالات :

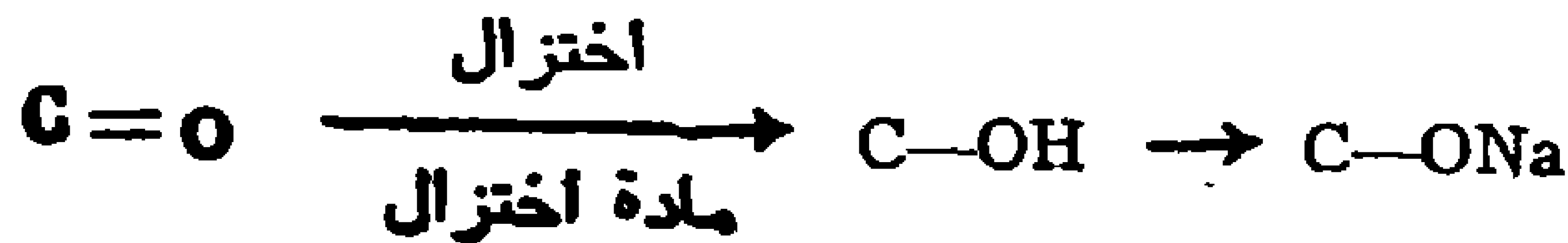
اما على شكل عجينـة او بودرة دقيقة . وفيما يلى بعض الاشـكال طبقـا للمسميات المتبعة لدى الشركات المنتجة .

A. Paste, Double Paste, Colloidal Paste
B. Powder fine, powder fine 8059, powder fine for dyeing, power fine for dyeing type 8059, power fine conc. for dyeing.
 Power fine conc. for dyeing type 8059,
 Power fine highly conc. For dyeing.
 Power fine highly cone. for dyeing type 8059.
C. Colloisol
D. For Sol
E. Grains Form

ونختلف هذه الاشكال عن بعضها فى القــوة الطبيعية وفى دقة حبيباتها ودرجة انتشـــــارها .

طـــــــرق الصـــــــناعة

صبغات الاحواض ، كما ذكر ، مواد لاتذوب فى الماء ، لذا فانه يستلزم تحويلها الى مادة ذائبة فى الماء لكى يمكن ان تصبغ الخامات المطلوب تلوينها وفى هذه الحالة تتحول هذه الصبغات الى حالة الذائبة اى بتحويلها الى الملح الصوديومى لمركب « الليكو » وذلك بواسطة الاذابة فى محلول الصودا الكاوية ومادة اختزال ، وهى غالبا مادة هيدروسلفيت الصوديوم ، وفى خــلال هذه العملية تتحول مجموعة الكيتــو الى مجموعة الهيدروكســيد ثم الى الملح الصوديومى كما فى المعادلة :



$$C=O \xrightarrow[\text{مادة اختزال}]{\text{اختزال}} C{-}OH \rightarrow C{-}ONa$$

ومركبــات الليكو يختلف لونها عن اللون الاصلى لصبغة الاحواض وهى عادة صفراء او برتقالية او بنية بالنسبة لمجموعة الانديجو اما بالنسبة لمجموعة الانثراكينون فهى الوان مختلفة عديدة تختلف من صبغة لاخــرى وفى الغالب أكثر عمقا من الصبغة الغير مختزلة .

وصبغات الاحواض وهى فى الحالة الذائبة لها قابلية شــديدة للالياف

السليلوزية ، واذا تعرضت الخامة بعد ذلك للاكسدة ، ترسبت الصبغة داخل الالياف وتحولت الى الحالة الغير ذائبة .

ويلزم للحصول على اللون بزهائه وثباته اجراء بعض العمليات المعينة واهمها عملية التصبين التى تقوم بازالة كل حبيبات الصبغة السطحية التى لم تتحد مع الخامة ، ويرجع الفضل فى درجات الثبات العالية لصبغات الاحواض الى عدم قابليتها للذوبان فى معظم المذيبات العادية .

وتستخدم صبغات الاحواض لصباغة الالياف السليلوزية فى ثلاثة اشكال وهى :

١ - على هيئة الملح الصوديومى الذائب لمركبات الليكو .
٢ - على هيئة مركب الليكو الحامضى .
٣ - على هيئة صبغة غير ذائبة أو بجمنت .

وطرق الاستعمال على هيئة ملح ذائب (١) هي اقدم الطرق واوسعها انتشارا حتى الآن ، اما طرق الاستعمال المعتمدة على المركب الحامضى او البجمنت (٢ ، ٣) فانها اصبحت منتشرة أيضا ، وربما تحل محل الطريقة القديمة خاصة بعد ظهور الماكينات المستمرة ذات السرعات العالية .

ففى الحالة (٢ ، ٣) تكون الصبغة ليست لها قابلية للالياف السليلوزية وهذا يساعد فى كلتا الحالتين ، على سهولة الانتشار ، والتساوى للصبغة على الخامة بدون الدخول فى متاعب القابلية ، وعندما يتم توزيع الصبغة على الخامة بالدرجة المطلوبة ، فان الصبغة تتحول الى الحالة الذائبة حيث يتم انتقال الصبغة الى داخل الشعيرات تحت تأثير القابلية الوضعية وبعد ذلك تتم مرحلة الاكسدة وهى فى كل الحالات متشابهة ، وتليها العمليات النهائية .

وتختلف صبغات الاحواض تبعا لتركيبها الكيميائى فى خواص متعددة عن بعضها البعض ، فبينما يعطى بعضها قوة صبغية عالية فى درجات الحرارة

المنخفضة ، نجد ان بعضها الاخر يحتاج الى درجة حرارة اعلى . وكذلك يحتاج البعض الى كميات صغيرة نسبيا من الصودا الكاوية والاخر الى كميات أكبر كما يحتاج عدد منها الى بعض الاضافات من الملح وخاصة فى الظلال العميقة لاستنفاذ حمام الصباغة . لذا فمن الضرورى تقسيم صبغات الاحواض الى مجموعات متجانسة الخواص ليمكن الحصول على نتائج صبغية مرضية بأحسن الطرق اقتصادا ... ويمكن تقسيم صبغات الاحواض الى خمسة مجموعات كالآتى :

المجموعة الاولى (IK Type)

صبغات تعطى قوة صبغية فى درجات حرارة من ٢٠ه — ٣٠م وتحتاج الى كميات صغيرة من الصودا الكاوية ويلزم لها اضافات معينة من ملح الطعام أو ملح جلوبر وخاصة فى حالة صباغة القطن .

المجموعة الثانية (IW Type)

صبغات تعطى اعلى قوة صبغية فى درجات حرارة من ٤٠ه — ٥٠م وتحتاج الى كميات اعلى نسبيا من المجموعة الاولى من الصودا الكاوية ويلزم لها اضافات من الملح فى حالة صباغة الظلال المتوسطة والغامقة للقطن بينما لاتلزم أى اضافات فى حالة صباغة القطن .

المجموعة الثالثة (IN Type)

صبغات تعطى اعلى قوة صبغية فى درجات حرارة حوالى ٦٠م وتحتاج الى كميات أكبر من الصودا الكاوية ولا يلزم لها اى اضافات من الملح حتى بالنسبة للظلال الغامقة ويتفرع من هذه المجموعة بعض صبغات يلزم لها اضافات أكثر من الصودا الكاوية .

المجموعة الرابعة

صبغات تحتاج الى طريقة خاصة فى اذابتها (طريقة الحمام المركز) كما تحتاج الى اضافة بعض المواد المساعدة (Protective Colloid)

مثل (Dekol N) لشركة (BASF) ولا تلزم لها اى اضافات من الملح اذ ان الحمام يستنفذ تماما فى درجة حرارة حوالى ٥٠ءم ، وتختلف كميات الصودا الكاوية من صبغة لاخرى فى نفس المجموعة .

المجموعة الخامسة

تجمع هذه المجموعة صبغات الاحواض السوداء وتحتاج لدرجة حرارة حوالى ٨٠ءم وكميات كبيرة من الصودا الكاوية ولا يلزم لها اى اضافات من الملح .

١ – الملح الصوديومى لمركبات الليكو

Sodium Salts of Leuco Compounds

ا – تكوين وثبات مركبات الليكو

تتكون هذه المركبات اساسا بتأثير الصودا الكاوية وهيدروسلفيت الصوديوم (الهيدروس) او مشتقاتها على الصبغة الغير ذائبة او البجمنت . وتتوقف كمية الهيدروسلفيت اللازمة على عدد مجموعات الكتيو (C=O) القابلة للاختزال بجانب اضافة كمية اضافية عن الكمية النظرية لتعويض اى فاقد نتيجة للاكسدة الناتجة من الاكسجين الجوى والذى يوجد فى الماء المستخدم فى الاذابة لتعرض سطح المحلول للجو اثناء التقليب . كذلك كمية الصودا الكاوية اللازمة تعتمد على عدد مجموعات الكتيو القابلة للاختزال الموجودة ايضا ، فكل مجموعة تحتاج الى جزىء صوديوم متكافىء لتكوين الملح الصوديومى ويتحكم فى ذلك ايضا كمية الهيدروسلفيت المضافة حيث يلزم بعض الصودا الكاوية لمعادلة نواتج الاكسدة الحامضية وتمنع ترسيب الليكو الحامضى كما فى المعادلة :



$$2\,Na_2S_2O_4 + O_2 + 4\,NaOH \rightarrow 4\,Na_2SO_3 + 2H_2O$$

ونسبة الخامة للمحلول وكذلك اذابة مركبـــات الليكو الصوديومى فى الصودا الكاوية جميعها تؤثر فى كمية الصودا الكاوية اللازمة .

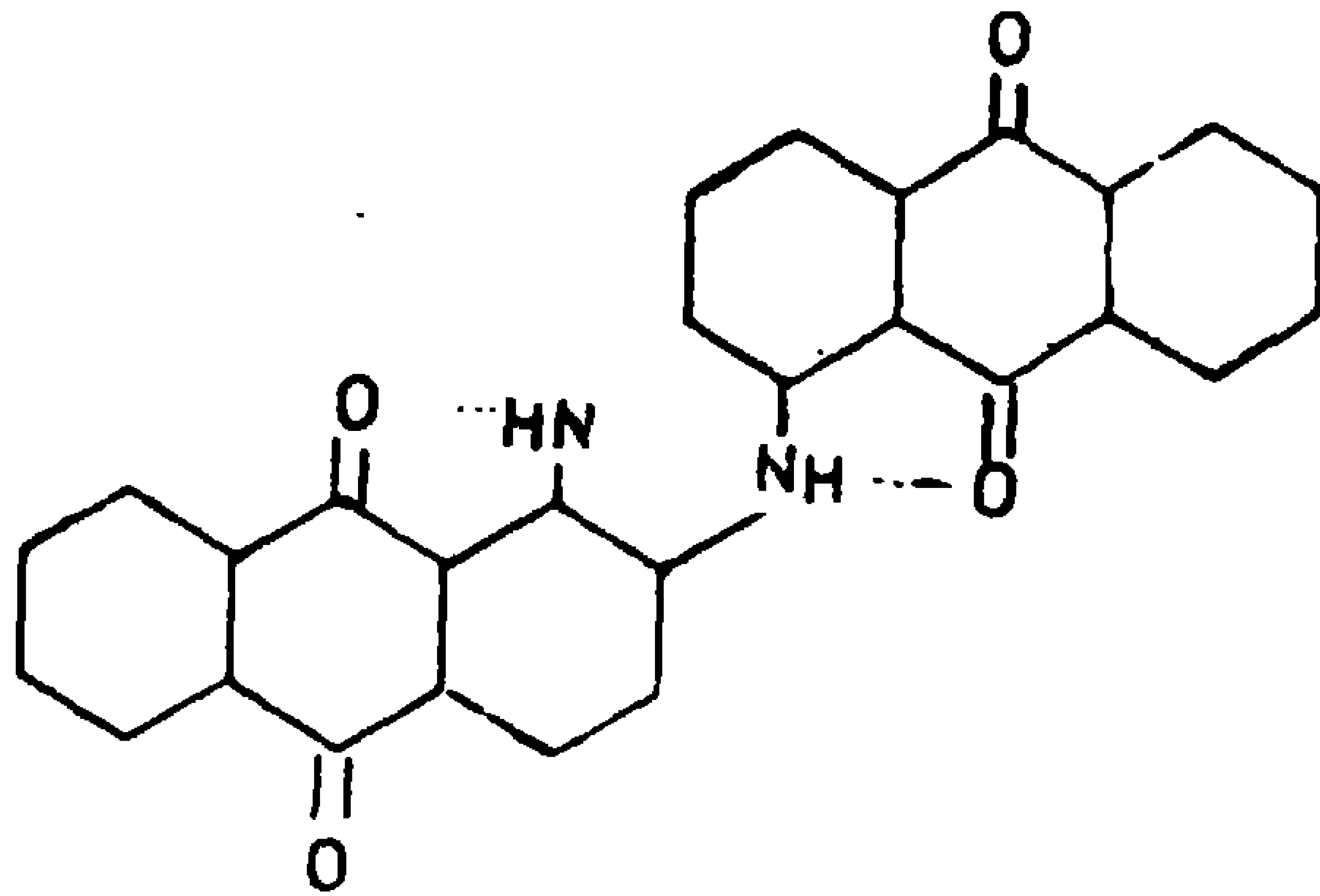
والصـــبغات التى تحتوى على نواة انثراكينون ، اى مجموعتين كيتو (C=O) والصبغات التى تحتوى حتى ٦ مجموعات كيتو فى حالة مخلخلة فى التركيب الكيميائى مثل (Anthraquinone Carbazoles) تحتاج عادة الى محتوى صودا كاوية من قليل الى متوسط والصبغات التى بها مجموعات كيتو عديدة ، مثلا ، عشرة مجموعات كما فى (Idanthrene Kaki 2G) او ذو تركيب متماسك ومتعدد النواة مثل ثنائى البنزنترول (Dibenthanthrone) (٨ حلقات ومجموعتين كيتون) وكذلك Benzenthronyl amino anthraquinone (٨ حلقات او اكثر وثلاثة مجموعات كيتون) فانها تحتاج الى كمية صـــودا كاوية مرتفعـــة .

وبعض مركبات الليكو تتملح (Salted-out) بزيادة كميـــة ايون الصوديوم فى المحلول . هذه الصبغات لاتصلح فى تحضـــير محاليل مركزة او فى حالة الصباغة من محاليل مائية ذات الحمام المنخفض .

وهناك بعض العوامل الاخرى التى يمكن ان تؤثر على ثبـــات الحمام هـــو التحلل لبعض المجموعـــات القـــابلة للتحلل نتيجة الاختـــزال الزائد (Over-reduction) او ازالة الهلجنة (Dehalogenation) او تغيير فى التركيب الكيميائى للصبغة (Molecular rearrangemenet)

والتحلل يمكن ان يحدث عند وجود مجموعات الاثيلامينو (Acylamino) والصبغات التى تحتوى على هذه المجموعة قابلة لمثل هذا التفاعل عند اطالة ظروف الاذابة (Vatting) وبالاخص عند درجة الحرارة المرتفعة ؛ اما

الاختزال الزائد يمكن ان يحدث فى الاصباغ التى تحتوى حلقاته على نيتروجين والتى لا تتفـــاعل كل مجموعات الكيتو الموجودة والقابلة للاختـــزال لتكوين الحمام العادى وبالتالى نجد أن النوع (Indanthren Blue RS) يحتاج الى اختـــزال مجموعتين كيتون من الاربعـــة الموجودين لتكوين مركبـــات الليــــــكو العــــــــادية .

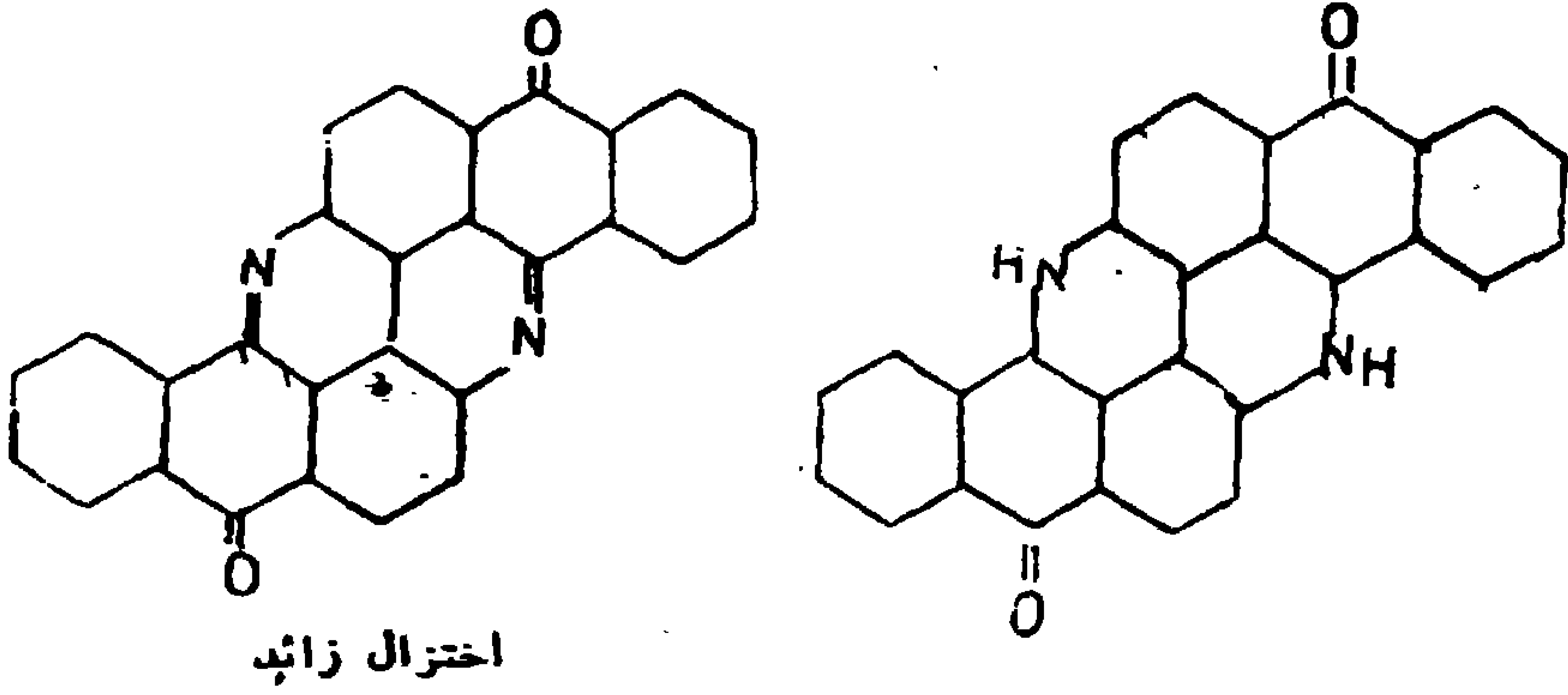


(Indanthrene Blue RS)

ودرجات الحرارة المرتفعة ، والزيادة فى كمية الهيدروســلفيت ، أو نقص الصودا الكاوية ينتج عنه مصبوغات لهذه الصبغة تميل الى الاحمرار والكتمان نتيجة للاختزال الزائد لبعض الصبغة الموجودة .

ومركبات الانثنترون الملجنة (Indathrone) تحت ظروف التشـغيل القاسـية تكون مركبات الليكو للانثنثرون وتكون مركبات غير ذائبة لاتستجيب لاى عمليات اكسـدة لفقد الهلجنة (Dehalogenation) ويمكن أن يحدث هذا للعديد من الصبغات الملجنة .

والتغير فى التركيب الكيميائى قد ذكر فى حالة الفلافنثرون (Flavanthrone) والتى تحت الاختزال القاسى ينتج عنه لون بنى مخضر (هيدرات الفلافنثرون) الذى يذوب فى القلوى كالاتى :



ودرجات الحرارة المرتفعة تؤدى الى هذا النوع من التأثير والمعروف انه كثير الحدوث مع العديد من صبغات الاحواض ، ولذلك فان تأثير درجة الحرارة على ثبات حمام مركبات الليكو الذائبة اصبحت ذات اهمية كبيرة فى السنوات القليلة الماضية نتيجة لادخال اساليب الصباغة الحديثة التى تتم عند حوالى ١٠٠م أو اكثر باستخدام الماكينات الحديثة .

ب ــ تاثير درجات الحرارة فى عمليات الصباغة

لدرجة الحرارة دور هام جدا فى الصباغة ، ليس فقط فى الحصول على اعلى قوة صبغية من الصبغات المستعملة ، ولكن ايضا للحصول على صباغة متجانسة (Level) ، اذ ان معدل الامتصاص وانتشار الصبغة على الخامة يتأثران تأثيرا بالغا بدرجة الحرارة ، وبالتالى فانه يلزم أن تستعمل هذه الخاصية الى اقصى حد ممكن .

فصبغات المجموعة الاولى تمتص فى حمام الصباغة بسرعة اكبر فى درجات الحرارة المنخفضة ولكن درجات الحرارة المرتفعة تساعد على انتشار الصبغة وتوزيعها بتجانس على الخامة ، ويمكن فى هذه الحالة انتبدا عملية الصباغةبدرجة حرارة اعلىمن الدرجة المطلوبة وفى نهاية عملية الصباغة تسمح بخفض درجة الحرارة للحد الذى يمكننا من استنفاذ الحمام .

اما فى حالة الصباغة بصبغات المجموعة الثالثة فنجد أن العكس هو الصحيح اذ أن هذه الصبغات تمتص فى درجات الحرارة المنخفضة ويرتفع معدل الامتصاص بشكل واضح بارتفاع درجة الحرارة وخاصة فى درجات الحرارة بين ٢٠ — ٤٠م وتستنفذ الحمام فى درجة ٦٠م فى صباغة القطن ، غالبا فى ٨٠م فى حالة الالياف السليلوزية (الفسكوز) والطريقة المثلى فى حالة الصباغة بهذه المجموعة هو ان تبدأ الصباغة عند درجات حرارة منخفضة لتضمن استنفاذ الحمام ببطىء مما يضمن حسن انتشار الصبغة على الخامة ثم ترتفع درجة الحرارة تدريجيا لاستنفاذ الحمام . وبالرغم من ان رفع درجة حرارة حمام الصبغة لكل أنواع صبغات الاحواض يمكننا بسهولة من الحصول على احسن نتائج الصبغة على الخامة فانه لا يمكن استغلال هذه الخاصية الا فى نطاق محدود نظرا لان الكثير من الصبغات تفقد جزاء من قوتها الصبغية او تيغير ظلها فى درجات الحرارة العالية (٨٠م وما فوق) ، وجميع الصبغات الحساسة للاختزال الزائد لاتصلح لاستعمال درجات الحرارة فوق ٦٠م ، ولو أنه أمكن تقليل هذا الاثر باضافة كميات لنيتريت الصوديوم او مادة ترايثانون أمين Triethanol amine) مع زيادة كمية الهيدروسلفيت وعادة يضاف من ١٥ — ٢٠٪ من كمية هيدروسلفيت الصوديوم من نيتريت الصوديوم . ولو ان بعض الصبغات مثل (Indanthrene Blue BG) (Caledon Blue XRC) تتأثر درجة ثباتها للضوء بارتفاع درجة الحرارة ولو بقى الظل وقوته على حالتها .

وفى بعض الحالات مثل الصباغة بصبغة (Indanthrene Grey NC) يمكن منع اللون من التغيير باضافة ٣ — ٥جم/لتر من مادة البوركس للماكينات المغلقة ، ٥ — ١٠جم/للتر لماكينات الجيجر .

وللحصول على نتائج صباغة مرضية ينبغى فى حالات كثيرة الاستعانة ببعض المواد المساعدة لمواد الانسجام مثل Peregal P (BASF) ولبيان دورها فى عملية الصباغة ، فيلزم الالمام بميكانيكية عملية الصباغة .

د ـ ميكانيكية انتقال الصبغة من الحمام الى الخامة

تتم عملية الصباغة كالآتى :

أولا ـ انتقال جزىء الصبغة من الحمام الى سطح الخامة

ثانيا ـ انتشار الصبغة داخل الخامة

تحدث أولا عملية الادمصاص، ومعدل الادمصاص لجميع صبغات الاحواض بلا استثناء يعتبر عاليا جدا حيث تتراكم الصبغة على السطح الخارجي للخامة، وخاصة فى حالة صباغة المطاوى والبكر حيث تكون الطبقات الداخلية أقل كثيرا فى العمق من الطبقات الخارجية، ثم تنتقل الصبغة الى داخل الخامة ، وهنا تلعب خاصية الانتشار دورا هاما فى الحصول على الصباغة المتجانسة ، فكل صبغة لها معدل انتشار مختلف أيضا . فالصبغات التى لها معدل انتشار جيد أو مرتفع تبدأ فى التحرك الى داخل الخامة ويحدث التساوى تلقائيا بمرور الوقت ، أما تلك التى لا تملك هذه الصفة فلا يمكن الحصول على التجانس المطلوب الا بمساعدة مواد التجانس الى جانب استغلال درجات الحرارة الملائمة كما سبق .

مواد التجانس (Levelling Agents)

يمكن تقسيم هذه المواد الى اربعة اقسام :

ا ـ مواد التجانس المؤخرة (Retarding agent)

تقوم هذه المواد بالتقليل من سرعة امتصاص الخامة للاصباغ وتنقسم من حيث طريقة عملها الى قسمين رئيسين :

١ ـ مواد لها قابلية للامتصاص على الخامة

٢ ـ مواد لها قابلية للامتصاص بالصبغات .

والاخيرة تتحد بالصبغة وتؤخر استنفاذها فى حمام الصبغة

ويلزم فى احوال كثيرة اضافة بعض المواد لابطال مفعول هـــذه المواد بعد فترة معينة لامكان الحصول على عمق اللون المطلوب.
ومواد التساوى هذه اما مواد ذات تأثير كاتيونى أو مواد غـــير متأنية ومن هذه الامثلة :

Cationic : Reregal OK Rexan O
Solidegal KN Emulsifier L 34 A
Non-Ionic : Levegal KN, Levegal K Peregal O
Remol OK Peregal ON

ولو أن مواد التجانس المؤخـــرة هذه تؤدى الى فقد فى الصبغة من ١٠ ــ ٢٠٪ .

ب ــ مـــواد تســـاوى غير مؤخـــرة

هذه المواد تكون مواد ثابتة نسبيا مع الملح الصـــوديومى للصبغة المختزلة والمواد المكونة اكثر ذوبانا من الصبغة المختزلة وحدها وبذلك تكون لها سرعة انتشار وتجانس مرضية ، اذ أن سرعة ادمصاصها ايضا بطيئة ، ومن امثلة هذه المواد مادة Pergal P

جـ ــ مواد تجانس لتحسين الانتشار (Dispersing Agent)

هذه المواد يعتمد تأثيرها فى انها تمنع اى تجميع لجزئيات الصبغة المختزلة وبالتالى ترفع من سرعة انتشارها وتجانسها وان لم تؤثر على سرعة ادمصاصها ، ذلك أن معظم صـــبغات المجموعة الثانية تميل جزئياتها المختزلة الى التجمع وبذلك تعوق بعضها البعض عن الحركة والانتشار ، ومن امثلة هذه المواد :
Solidegol GL (Sandoz) — Eulysin L Setamol WS (BASF)

وميزة هذه المواد انها تصلح اى تلطيش يحـــدث بجانب انها لا تسبب فقد للصبغة وتستخدم بنسبة ٢ ــ ٣ جرام/ لتر .

د ـ مواد تساوى يتغير تأثيرها بتغير درجة الحرارة

هذه المواد لها قوة تأخير فى درجات الحـــرارة المنخفضة ولكنها فى درجات الحرارة العالية لا يكون لها قوة تأخير ويصبح لها قوة تساوى جيـــدة ، اذ ان المركب المكون من اتحاد مـــادة التساوى بالصبغة ينفصل عند درجات الحرارة العالية ومن أمثلة هـذه المـواد Solidegal SR, Peregal P

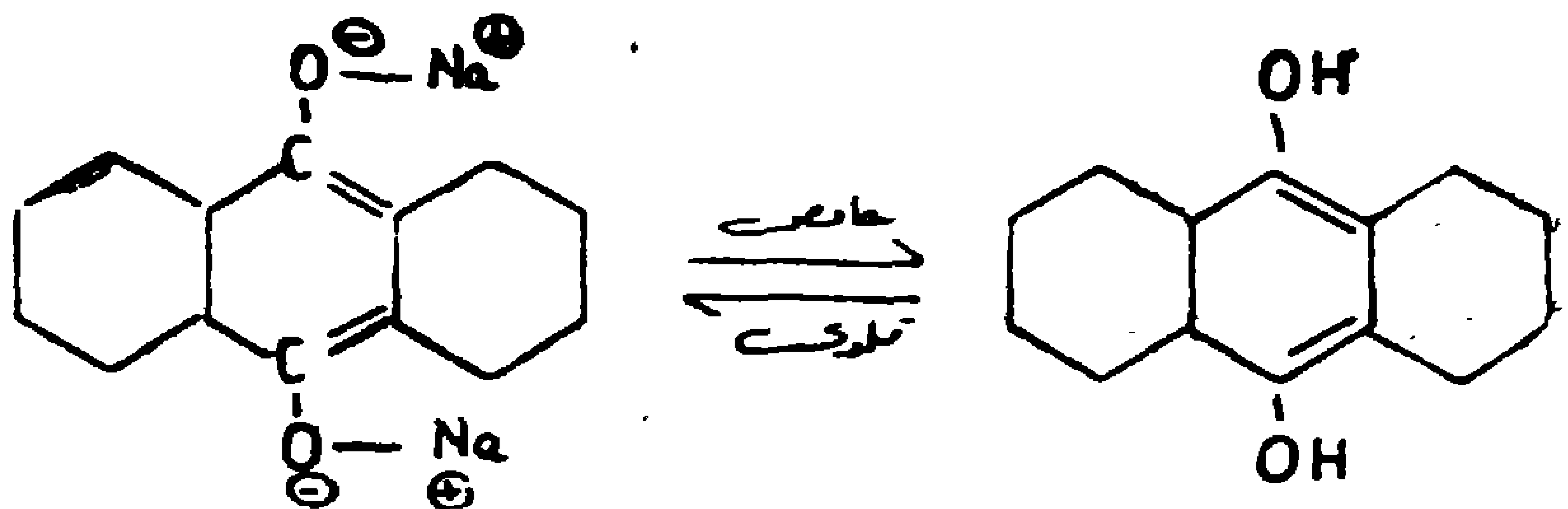
ويفضل استخدام هذه المواد فقط فى حـــالة صباغة لون معين مكون من مخلوط من المجموعات المختلفة مثل

1K مع 1W أو 1W مع 1N و 1K

٢ ـ مركبات الليكو الحامضى

Acid Leuco Compounds or Vat Acid

مركبات الليكو الحامضية او Vat Acid كما يطلق عليها لا تذوب فى الماء ، انما تحضر على هيئة معلقات فى الماء (Dispersion) عن طريق اختزال الصبغة بالطريقة العادية بالصودا الكاوية والهيدروسلفيت ، ثم بعد ذلك معادلة القلوى الزائد بعناية فائقة كما فى المعادلة :



وهذا المركب سهل الاذابة فى القلوى ، وعندما يتكون الليكو الحامضى على هيئة حبيبات صغيرة معلقة فان اضافة مادة ناشرة وسادة حافظة (Protectve Colloid) تحافظ على المعلق وتمنع تجمع الحبيبات نظرا لوجود الملح المتأين الموجود وتحت هذه الظروف فان هذه المعلقات ممكن أن تستمر لعدة اسابيع .

والليكو الحامضى ليست له قابلية للألياف السليلوزية انما يتحول الى الملح الذائب بتاثير القلوى والمواد المختزلة وهو على الخامة . ويمكن استخدام هذه المعلقات فى الصباغة عن طريق غمر القماش للحصول على توزيع متساوى للمعلق على الخامة،بدون متاعب القابلية،ثم بعد ذلك يتم اختزالها واكسدتها على الخامة والحصول على صباغة متجانسة .

٢ — محاليل صبغات الاحواض الغير ذائبة

(Pigment Dispersion)

ازدادت اهمية هذه الطريقة خلال السنوات القليلة الماضية بدرجة كبيرة وذلك لظهور ماكينات الصباغة المستمرة مثل ماكينة (Pad-Steam حيث تحضر محاليل الصبغات وهى فى حالة غير ذائبة « بجمنت » وتليها عمليات الاختزال والاكسدة وهى على الخامة وذلك للحصول على صباغة متجانسة وتفادى مشاكل القابلية ، كما سبق ، وتعتمد هذه الطريقة بدرجة كبيرة على حجم حبيبات الصبغة. وصبغات الاحواض تباع على هيئة بودرة قابلة للانتشار أو على هيئة سوائل(Liquid) وحجم حبيبات الصبغة فىحدود ١٠٠ مليمكرون بالرغم من ان الشركات المنتجة تحاول طحن هذه الصبغات للحصول على احجام اصغر من ذلك . وهناك بعض المحاليل التى تحتوى على اصباغ معلقة قد يصل حجم حبيباتها الى حوالى ٢ — ١٠ مليميكرون مثل (Colloisol) (BASF)

بعد غمر القماش فى هذه المعلقات وعصره للحصول على العمق المطلوب تتم مرحلة الاذابة الى مركبات الليكو الصوديومى الذائبة فى الماء ، وبعد استنفاذ الصبغة داخل الخامة تتم مرحلة الاكسدة والعمليات التالية .

الصباغة بمخلوطات الالوان

عند استعمال مخلوط من صبغات الاحواض ، فانه يجب التأكد من ان سرعة امتصاص الخامة للصبغتين متساوية وذلك حتى يمكن الحصول على تجانس جيد . كما يلاحظ عدم اختيار مخلوط من صبغتين او اكثر يحتاجان الى كميات مختلفة من الصودا الكاوية او الهيدروسلفيت او ان يكون لهما درجات حرارة مختلفة فى التشـــــغيل .

وفى بعض الاحيان يؤثر المخلوط على صفات اللون من حيث ثباته ، فمثلا لكل من صبغتى Caledon Jade Green BS ، Cibanone Orange R درجات ثبات ملحوظ للضوء ، فاذا ما صبغ الاثنين فى خليط واحد فان اللون البرتقالى يؤثر على الاخضر ويجعله يضمحل بالتدريج .

لذلك يراعى ان يكون اختيار الصـــبغات للمخلوط من نفس المجموعة بجانب مراعاة ملاحظات منتجى الاصباغ لتجنب مثل هذه المشـــاكل .

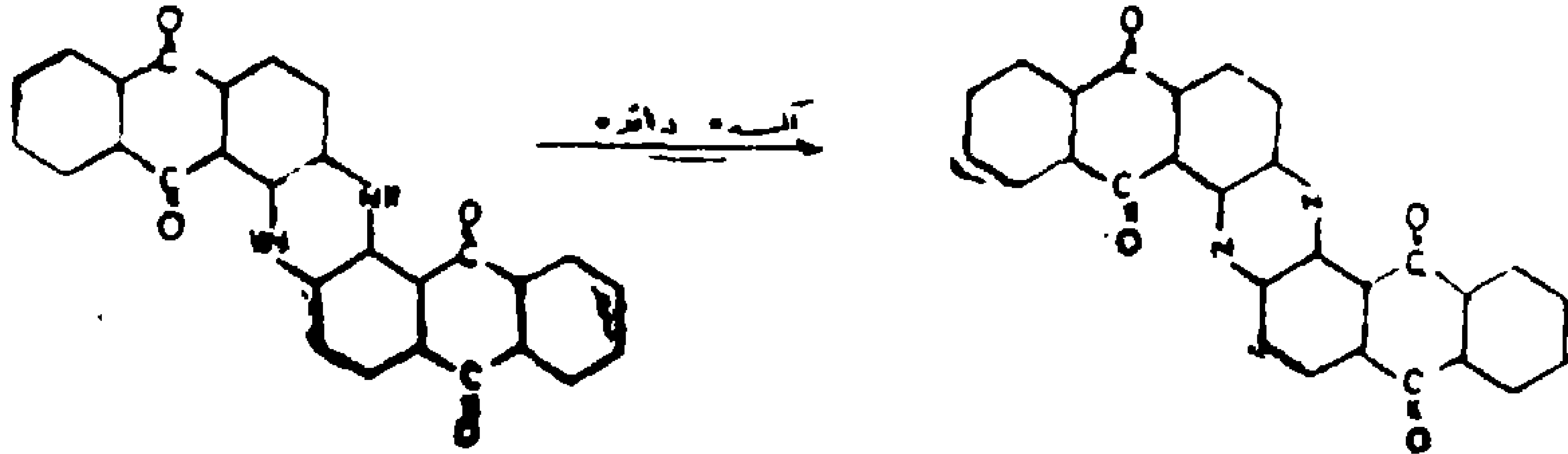
الاكســـــــــدة (Oxidation)

تتأكسد معظم الاصباغ على الخامة بسرعة وبمجرد عصرها وتعرضها للهواء لذلك تغسل الخامة بالماء لازالة آثار القلوى او ثانى اكسيد الكبريت المتخلف من الهيدروسلفيت وفى نفس الوقت للمساعدة فى الاكسدة بواسطة الاكسجين المذاب فى الماء . غير ان بعض الاصباغ تحتـــاج الى زمن طويل للتأكسد بالهواء ولهذا تستعمل المواد الكيميائية لاتمام هذه العملية . وهناك العديد من المواد المؤكسدة المستخدمة وهى كالاتى (Chlorinated Sulphonamide Hypochlorite, Perborate, Persulphates, Peroxides, Bichromates ...etc

وبيكرومات الصوديوم أو البوتاسيوم مع حامض الخليك ، وبيربورات الصوديوم ، هما اكثر المواد استخداما حيث تستخدم البيكرومات فى اكسدة الخامات المصبوغة بالوان داكنة فى معظم الاحيان ماعدا الالوان الزرقاء التى يستخدم فيها البيربورات ، وقد استعملت مادة هيبوكلوريت الصوديوم كعامل مؤكسد ، وتمتاز بعدم تغير اللون أو تعتيمه .

ويلاحظ فى بعض الاحيان تغير فى درجة زهاء اللون وهذا يرجع الى حساسية بعض الصبغات للاكسدة الزائدة (Over-oxidation) عند استخدام مادة البيكرومات او اثناء تبييض القماش المقلم . لذا يفضل عدم استخدام مادة البيكرومات والتى هى عامل مؤكسد قوى ، وفى حالة التبييض يعالج القماش فى محلول هيدروسلفيت الصوديوم بارد لاسترجاع زهاء اللون .

ويرجع تعتيم اللون الى تغير فى تركيبه الكيميائى نتيجة للاكسدة الشديدة كما فى المعادلة :



Caledon Blue RC

التصبين (Soaping)

الغرض من عملية التصبين هو تحقيق هدفين :

١ — التخلص من اللون الزائد المتكون على سطح الخامة والذى لم يتغلغل بداخلها ، وذلك لتحسين ثبات الخامة للغسيل والاحتكاك

٢ ـ الحصول على الالوان الزاهية للصبغة ولقد وضعت عدة نظريات لتفسير هذه الظاهرة ، منها نظرية كورنريش (Kornreich) فى عام ١٩٤٢ والذى افترض ان جزيئات الصبغات توجد داخل الخامة متجمعة مع بعضها ومكونة جزيئات ذات احجام مختلفة قد تكون منتظمة اى فى حالة تبلر وان الانعكاسات الناتجة عن هذا التبلر هو السبب فى تغيير اللون بعد عملية التصبين . ولقد دلت الابحاث الاخيرة باشعة اكس على أن صبغات الاحــواض يمكن تقسيمها من هذه الناحية الى ثلاثة اقســـــام :

١ ـ صبغات غير متبلرة قبل التصبين ، وتظل كذلك بعد التصبين
مثـــــــل : (Indanthrene Blue RS)

٢ ـ صبغات غير متبلرة، وتتبلر تحت تاثير محلول الصابون الساخن
مثـــــــل : (Indanthrene Brill Scarlet RK)

٣ ـ صبغات متبلرة قبل التصبين (اى بمجرد صباغتها) وتبقى كذلك بعد العملية مثل الانديجو (Indigo)

وتنتمى معظم صبغات الاحــواض الى القسم الثــانى وتختلف التاثيرات بعد التصبين حسب تبعية اللون الى اى قسم من الاقســـام سابقة الذكر ـ كما أن معدل تكوين البلورات يختلف باختلاف الصبغات .

ولدرجة الحرارة التاثير الاكبر فى هذا الشأن ، اذ كلما ارتفعت درجة الحرارة ، كلما قل الوقت اللازم للعملية ولهذا فمن المستحسن أن تجرى هذه العملية عند الغليان وباستعمال صابون وصودا آش .

طـــــرق الصـــــباغة

تتم عملية الصباغة اما باستخدام الطرق الغير (Batchwise process) مستمرة أو بالطـرق المستمرة (Continuous process) وفـى كـلا الحالات فانه يراعى ان يكون اطـراف القماش اى براسله وكذلك جانبيـه وسطحه بنفس عمق وسطه . واختيار الماكينات المختلفة للصباغة يتوقف على الوصول لهذا الغرض . وهنـاك العديد من المشاكل التى تواجه الصـباغ خاصة عند صباغة اقمشة غير جيدة التجهيز او الاقمشة المحررة . فعملية التحرير ، وان كانت توفر فى كميات الصبغات المستعملة فى الصباغة ، الا انها تسـاهم فى اظهار عيوب الغزل والنسـيج فى الاقمشة وتظهر هـذه العيوب بشكل اكثـر وضوحا فى الاقمشة ذات النسـيج المزدحم كاقمشة البلاطى والبوبلينات والجبـردينات والستانات وتكون على شكل خطـوط طويلة او بعرض القماش . ويفضل صباغة الاقمشـة وهى على المفرود اذ ان المعالجة والاقمشة على هيئة حبل كثيرا ماتعطى مشاكل عديدة ، وكذلك يلاحـظ ان تجفف الاقمشـة المطلوب صـباغتها بالهواء السـاخن وليس بالاسطوانات للتقليل من انتشار اللون (Migration) وكذلك تجنب تعرض الاقمشة للتجفيف الزائد (Over-heating) اذ ان ذلك يعوق امتصاص القماش بعد ذلك للصبغة ، كما يجب ان تكون الخياطات بين الاثواب من نوع خاص حتى لايترك علامات متكررة بالقماش خاصة فى حالة الصباغة على ماكينـات الجيجـر .

الصباغة بالطرق الغير مستمرة « ماكينات الجيجر »

هى من اشهر طرق الصباغة المتقطعة وابسطها ، حيث انها تناسب امكانيات كل مصنع مهما كان صغيرا ، وذلك لرخص ثمنها وملائمتها لصباغة الكميات الصغيرة من القماش . فالجيجرات العادية تصبغ من ٣٠٠ ـ ٥٠٠ متر. وقد تطورت صناعة هذه الماكينات حديثا حيث زادت حمولتها الى حوالى

٣٠٠٠ متر بجانب ادخـــال عوامل الضبط الاتوماتيكى للحركة والســـرعة والحــــــــــــرارة .

ويراعى فى الصباغة على الجيجرات أن تكون البراسل فوق بعضها تماما والا تكونت براسل غامقة نتيجة لتأكسد الصبغة على الاجزاء الخارجية. ونسبة المحلول الى الخامة عادة ٥ : ١ ويجب أن لا تقل عن ٢ : ١ لان كميات الصودا الكاوية والهيدروسلفيت والملح والاضافات الاخرى تقلل من ذوبان الصبغة وخاصة فى الظـــلال الغامقة وينتج عن ذلك الى جـــانب التلطيش انخفاض ثبات اللون للاحتكاك . ويفضل دائما الرجوع الى جداول ذوبان الصبغـــة حتى لا يتعـــدى حـــدود الاذابـــة للصبغـــة . كمـــا أنـــه بالنسبة لتعرض القماش لاكسجين الجـــو اثناء تشغيله ، فانه يراعى اضـــافة كمية زائدة من الهيدروسلفيت اثناء التشغيل ، كما أن اضافة بعض المواد المساعدة المؤخرة قد تكون ذات فائدة لضبط معدل الاســـتنفاذ ، ونتيجة لارتفاع كمية المواد الكيمائية على الاقمشة فانـــه يلزم شطفها جيـــد باعطائه الوقت الكافى مع تجديد ماء الشطف باستمرار وكذلك عملية التصبين .

والطرق المتبعة فى الصباغة على ماكينات الجيجرات اما بطريقة الاذابة العادية وذلك باستخدام مركبات الليـــكو الصوديومى الذائب حيث يضـــاف المحلول على دفعتين اثناء الصباغة الدفعة الاولى عند بدء التشغيل والدفعة الثانية بعد أن يكون القماش قد تم تشغيله عدة مرات . أو بطريقة امرار القماش فى محلول الصبغة المعلق فى الماء (Pigment dispersion) باستخدام ماكينة غمر وعصر (Pad) مناسبة ثم تكملة الصباغة على الجيجر دون تجفيف القماش ، او غمر القماش وعصره وتجفيفه بالهواء الساخن فى محلول الصبغة المعلق ثم تركيبه بعد ذلك على الجيجر واضافة الكميات المناسبة من الصودا الكاوية والهيدروســـلفيت لحوض الملكينة وضبط درجة الحرارة ثم تمرير القماش عدة مرات لتتم عملية الاختزال ثم الصباغة وبقية المراحل حتى يصبح القماش معدا للعصر والتجفيف .

أما ماكينة الونش . فتستخدم لصباغة الاقمشة الخفيفة مثل الفـــوال واقمشة التريكو أو الاقمشة الحساسة حيث يتم تشغيلها على هيئة حبـــل

وتكون نسبة المحلول للخامة ٣٠ او ٤٠ الى ١ ، وفى كل الحالات يستخدم مواد تساوى ومواد استرخاء (Levelling and Restraining) مثل مادة (Lurote A 25) (BASF) والتى عادة تكون لازمة لكل الصبغات

الصباغة بالطرق المستمرة

فى جميع ماكينات الصباغة المستمرة بصبغات الاحواض ، يمر القماش فى محلول صبغة معلقة ويعصر ويجفف ثم يغمر فى حمام اختزال ثم يمر فى منطقة تسخين عالية الحرارة لعدة ثوانى لاختزال اللون وتثبيته ، أى ضرورة اختزال الصبغة فى وقت قصير جدا وبسرعة كبيرة ، وهذا يستدعى اختيار اشكال معينة من صبغات الاحواض ذات الحبيبات الدقيقة بجانب بعض الاضافات التى تساهم فى سرعة الاختزال المطلوبة .

وانتقال الصبغة الغير ذائبة من المحلول الى الخامة بدرجة منتظمة يتوقف بالدرجة الاولى على تجانس الخامة أثناء عمليات التحضير وبالتالى فمن الضرورى جدا أن تكون الاقمشة على مستوى جيد من التحضير والتحرير وان تكون خالية تماما من اى مواد كيماوية او أى تأثيرات ميكانيكية نتيجة حرق الوبرة والغليان فى عمليات التحضير وعمليات التحرير . . . . . الخ وكلها عمليات تحتاج الى عناية فائقة بالنسبة للاقمشة التى ستصبغ بالطريقة المستمرة . وحتى تكون الصباغة بالطرق المستمرة اقتصادية فيجب أن تكون كميات الاقمشة التى سوف تصبغ بلون واحد كبيرة جدا حيث يمكن بهذه الطريقة تجنب بعض المشاكل مثل اختلافات فى اللون بين لوط وآخر من ناحية الظل أو عمق اللون .

ومن ماكينات الصباغة المستمرة المستخدمة ماكينة البادستيم

ماكينة الباد ـ ستيم (Pad. Steam)

هذه الطريقة استحدثتها شركة دى بونت الامريكية (Du. Pont) حيث يغمر القماش فى محلول الصبغة المعلقة ويعصر ثم يجفف بالهواء

الساخن — يبرد ثم يغمر فى محلول الصودا الكاوية والهيدروسلفيت ثم يمر فى مبخرة عند درجة حرارة ١٠٢م — ١٠٥م لمدة حوالى ٣٠ ثانية وتتم بعد ذلك باقى المعالجات من شطف وتحميض وأكسدة وتصبين وشطف وعصر حتى التجفيف بطريقة مستمرة حيث يراعى فيها ضرورة اعطاء القماش الوقت المناسب و لتركيز المناسب ، والذى يتوقف علاوة على كفاءة الماكينة وسعتها.

وهناك شروط عديدة لكل مرحلة من المراحل السابقة ينبغى مراعاتها لامكان الحصول على نتيجة صباغة مرضية ويمكن تلخيصها كالآتى :

بالنسبة للصبغات يراعى استعمال الانواع الاتية :

Liquid, Colloisol, Grains and Microdispersion

وكلها ذو حبيبات دقيقة تعطى سطحا متجانسا بعد التجفيف وتعتبر السوائل من أفضلها حيث أنها لا تعطى متاعب الانتشار السطحى أثناء تجفيف القماش فى ماكينات يكون فيها معدل التجفيف غير منتظم والذى يحدث كثيرا فى حالة التجفيف بالهواء الساخن .

ملاحظة : يجب ملاحظة أن أقصى مسافة يتعرض لها القماش عند خروجه من حمام الغمر هو ثلاثة امتار لتجنب اى اكسدة مسبقة قبل المبخر والتى قد تسبب صباغة سطحية تؤثر على ثبات الاحتكاك وللتقليل من هذا الخطر تضاف مواد عدم انتشار مثل BASF Primasol SK (Anti-migrating agent وايضا الجينات الصوديوم (٢ — ٥ جرام / لتر) مثل Manutex RS وذلك لان اى عيوب يمكن أن تحدث أثناء التجفيف لا يمكن تداركها بعد ذلك .

فى حوض الغمر بمواد الاختزال (Chemical pad) يراعى أن تكون نسبة العصر فى حدود ٩٠ — ١١٠٪ ويضاف الى هذا الحوض نسبة من ملح جلوبر وكذلك كمية من الصبغة لتلافى انتقال الصبغة من القماش الى الحوض كما أن الحوض يجب أن يكون باردا لتلافى استهلاك الهيدروسلفيت وأن يكون حوض الغمر قريب جدا لماكينة التبخير كما يستحسن أن تكون مخارج المبخرة ساخنة لتلافى حدوث بقع مياه نتيجة لتكاثف الابخرة عند ملامستة للجو البارد خارج المبخرة . كما أن سقف المبخرة

يكون مبخنا بطريقة لا تسمح بتكثف البخار وان تكون سعتها تسمح ببقاء القماش داخلها لمدة ٣٠ ثانية وان تكون درجة الحرارة داخلها حوالى ١٠٢ - ١٠٥م دون تذبذب كبير وان يكون البخار مشبعا .

بعد خروج القماش من المبخرة يمر على درافيل تهوية (Air passage) لمدة لا تقل عن ٦٠ ثانية ثم تبدأ الاكسدة .

وتبدأ المعالجات النهائية بعد ذلك على ماكينات غسيل مستمرة بها ٨ الى ١٠ أحواض ويبدأ بالشطف بالماء الجارى لازالة أكبر كمية ممكنة من الصودا الكاوية ، وفى الحوضين الثانى والثالث تعطى عملية الاكسدة ثم تعطى عملية شطف جيدة تتبعها التصبين على اكبر عدد ممكن من الاحواض بالصابون والصودا (كربونات صوديوم) أو بمنظف صناعى مناسب والصودا ولما كانت عملية التصبين ذات اهمية خاصة (كما سبق) فيراعى اختيار أحواض مقفلة ذات تسخين جيد لهذا الغرض .

واخيرا يتم الشطف بالماء الساخن ثم البارد قبل العصر والتجفيف .

« أنظر الرسم التوضيحى للماكينة صفحة ٤٥٧ » شكل (٨٩) .

الفصـــــــل الرابــــــع

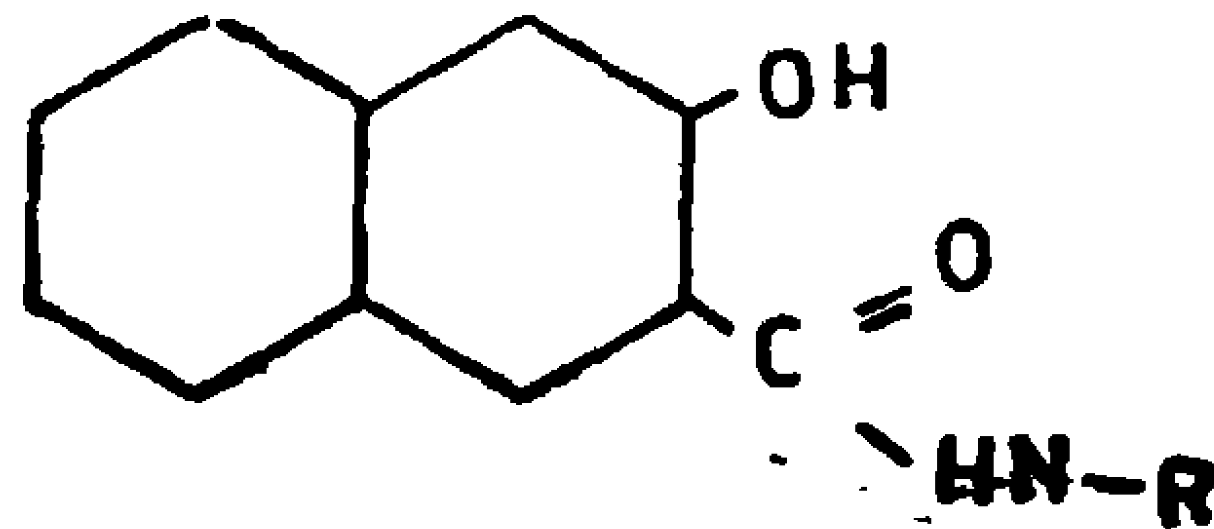
صــــــــبغات الآزوك

AZOIC DYES

فى عام ١٨٨٠ سجل العالم هوليدى (Holliday) حق اختراع اكتشافه العظيم وهو فكرة تكوين صبغة على الشعرة بواسطة غمر الخامة فى محلول تلوى لمادة فينولية تم تظهيرها بقاعدى مؤزد (Diazotized Base) اى بمحلول ملح الديازونيم لاحد القواعد العضوية وقد استخدمت وقت ذاك البيتانافتول (β -Naphtol) كمادة تظهير Coupling component

(الفا او بيتا — نفتيل امين او بارانيترانيلين
(α or β -Naphthylamine) or (β-Nitraniline)
كمركبات الديازو . الا ان الطريقة كانت حينذاك محدودة وكانت الالوان التى يمكن الحصول عليها بهذه التكوينات مقصورة على الاحمر البرتقالى والبوردو بجانب افتقار البيتانافتول الى القابلية للقطن وكان ينتج عن ذلك مصبوغات ذات ثبات احتكاك منخفض .

الا ان هذه الصبغات انتقلت الى مرحلة جديدة من ناحية اهميتها عندما اكتشف جريشــهايم الكتــرون (Griesheim-Elektron) عام ١٩١٢ مجموعة نافتول اس (Naphtol AS) الذى له قابلية للالياف السليلوزية والذى امكن معه الحصول على مجموعة كبيرة من الالوان مع تحسن ظاهر فى نتيجــة الصــــباغة .



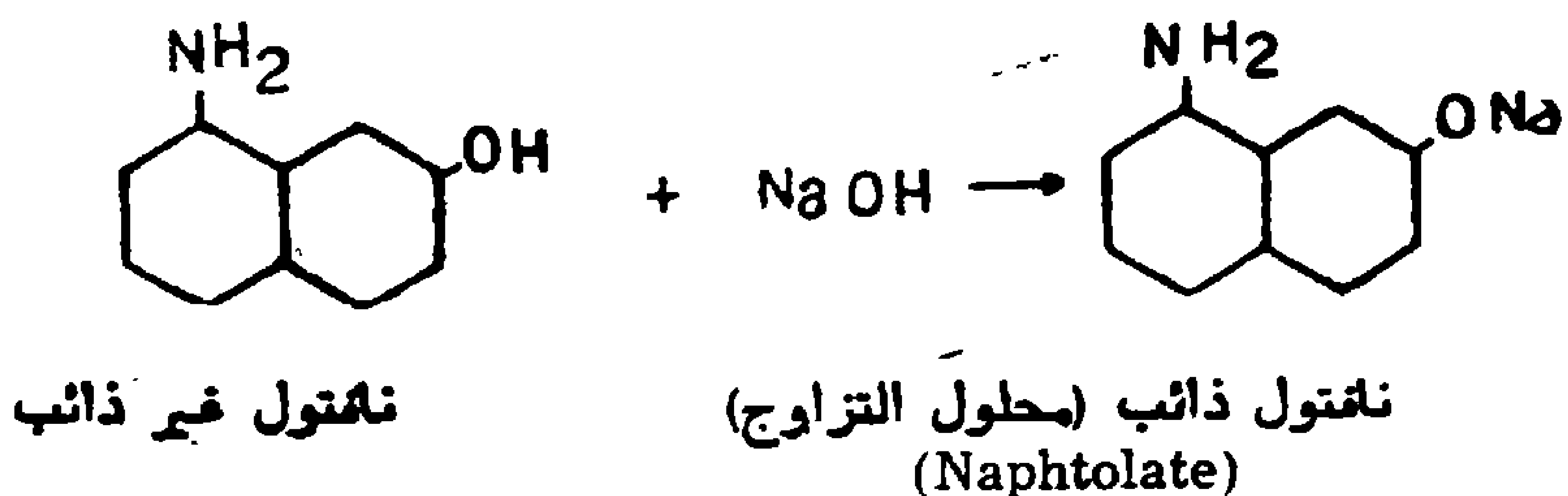
حيث R هى حلقة بنزين (أنظر صفحة ٣٨١) .

وقد اكتسبت هذه الصبغات شهرة عالية واسعة بعد اكتشاف مجموعة كبيرة من الامينات القابلة للتـــازدة (Diazotization) والتى يمكن ان تتــزاوج مع النــــافتول اس (Naphaol AS) ومنها القـــواعد الثــــابتة (Fast Bases) وهناك أيضا مركبات الديازونيم الثابتة (Stablizied diazonium compound) وتعرف بالاملاح الثابتة (Fast Salts) والتى وفرت على الصباغين مشاكل تكوين ملح الديازونيم داخليا ويرجع الفضــــل لشركة I.G للتطور المبكر لمجموعات النافتول والقواعد الثابتة والامــــلاح حتى عام ١٩٢٠ تقريبا عنـــدما انتجت شركة I.C.I مجموعة البرنثـــول (Brenthols) وهى شبيه بالنافتول وبرنتامين (Brenthamine) وهى قواعد ثابتة امكن تكوين مجموعة تشمل الاحمر بوردو ، بنفسجى والازرق وبعد ذلك امكن انتاج الالوان البنية والاسود والاخضـــر التى اضيفت الى المجمـــــــــــوعة .

نظرية الصباغة بالوان الازوك

تتكون صـــبغات الازوك على الخامة بعملية اتحـــاد بين ملح قاعدى لنافتول وامين عطـــرى مؤزد ويتم ذلك على خطـــوتين حسب المعـــادلات الكيميائية الآتيـــة :

أ ـ تحويل النافتول الغير ذائب الى نافتول ذائب فى الماء باضـــافة هيدروكسيد الصوديوم ليغمر فيه القماش ويجفف كما فى المعادلة:



نافتول غير ذائب — نافتول ذائب (محلول التزاوج) (Naphtolate)

ب — يتم تحويل القاعدى (Base) الى ملح الديازونيم بواسطة نيتريت الصوديوم وحامض الهيدروكلوريك كما فى المعادلة :

$$R_2C_6H_3NH_2 + NaNO_2 + 3HCl \longrightarrow R_2C_6H_3N{=}NCl + NaOH + H_2O$$

قاعدى   ملح الديازونيم

جـ — يغمر القماش المنفتل فى محلول ملح اليازونيم (محلول الأظهار) حيث يتم التزاوج بين النافتول وملح الديازونيم كما فى المعادلة :

$$NH_2C_{10}H_6ONa + R_2C_6H_3N{=}NCl \longrightarrow (OH)(NH_2)C_{10}H_5N{=}NC_6H_3R_2$$

صبغة أزوك
(غير ذائبة)

١ — مركبات التزاوج

(Coupling Compount)

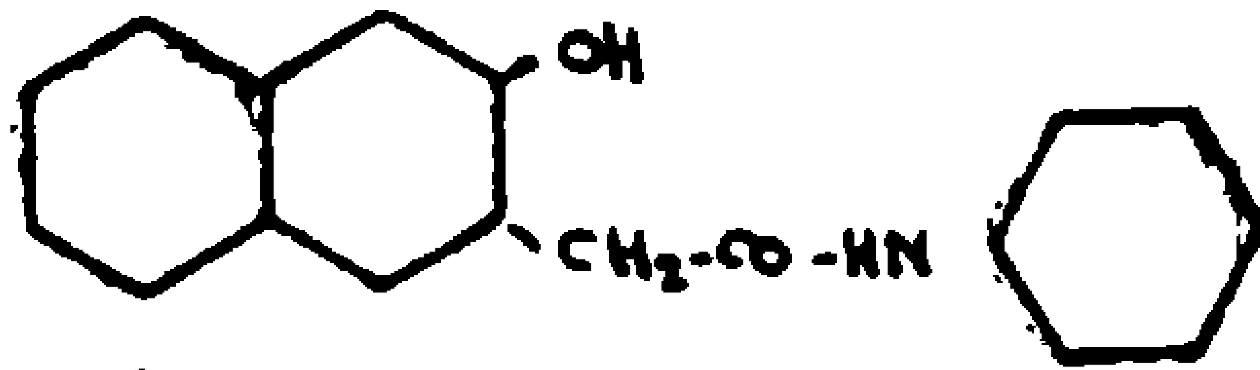
مركبات النافتول (Naphtols)

كانت مادة البيتانافتول (β -Naphtol) هى الوحيدة المستخدمة حتى عام ١٩١٢ فى هذه الصبغات ، وكانت معالجة القطن بها تحتاج الى احتياطات شديدة نظرا لعدم ثبات هذه المادة الا لفترة صغيرة وعدم قابليتها للالياف القطنية ، كما انها كانت سهلة التأكسد عند تعرضها للجو اذا تركت

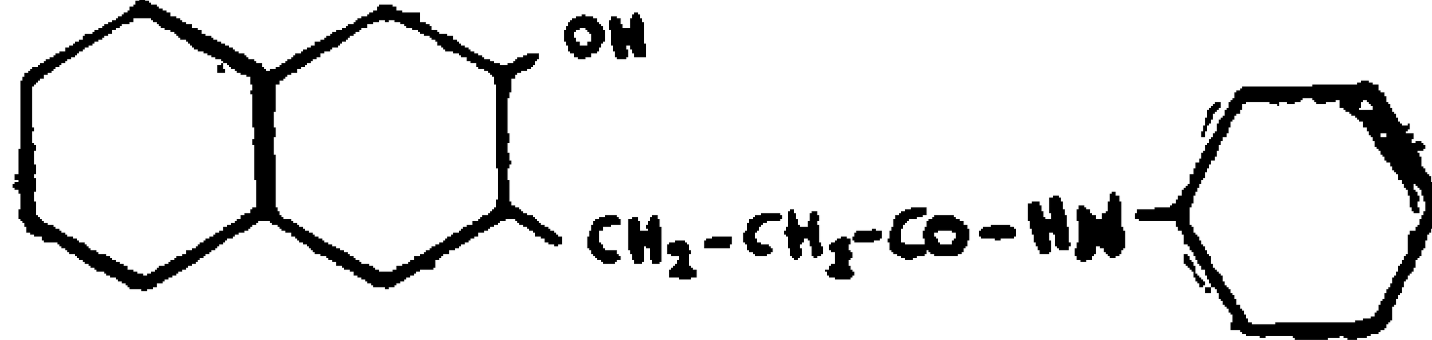
مما يستلزم تظهيرها عقب المعالجة مباشـــرة ، وبجانب ذلك فان اى آثــار ضئيلة من الماء كالنقط تحدث بقع بيضاء على القماش .

وعند ظهـــور المجموعات المختلفة من النافتول امكن الحصــــول على مصبوغات لها ثبـــات عالى ضد الغسيل والضـــوء بجانب تحسيـــن ملموس للاحتكاك . اما بالنسبة لقابلية هذه المركبات للالياف السليلوزية فقـــد كان هناك اختلاف ملموس بين المركبات المختلفة وكان لهذا ميزة خاصة فى اختيار المركب المناسب للمعالجة المطلوبة فمثـــلا فى حالة الصباغة فانه يســـتلزم استخدام مركبات ذات قابلية عالية تساعد فى الحصول على استنفاذ جيد للمركب كما أن المركبات ذات الاستنفاذ العالى تعطى مصبوغات بعد التزاوج لها درجة مقاومة للاحتكاك عالية أما المركبات ذات القابليـــة المنخفضة فانهـــا تفضل فى الطباعة حيث يسهل ازالة المناطق التى لم تطبع من الخامة بالمادة المظهرة للغسيل - والاختلاف فى القابلية بـــين المركبات المختلفـــة يتوقف على التركيب الكيميائى لهذه المركبات وعلى وضع مجموعة الأميـــد (NH) فى التركيب وعلى وجود رابطة ثنائية متبادلة (Conjugated) كما فى الأمثلة الآتية :

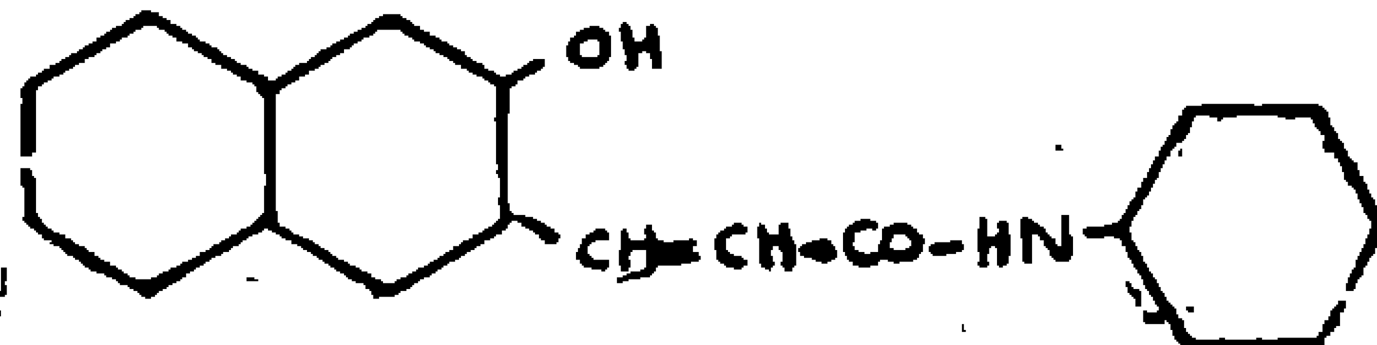
قابلية منخفضة



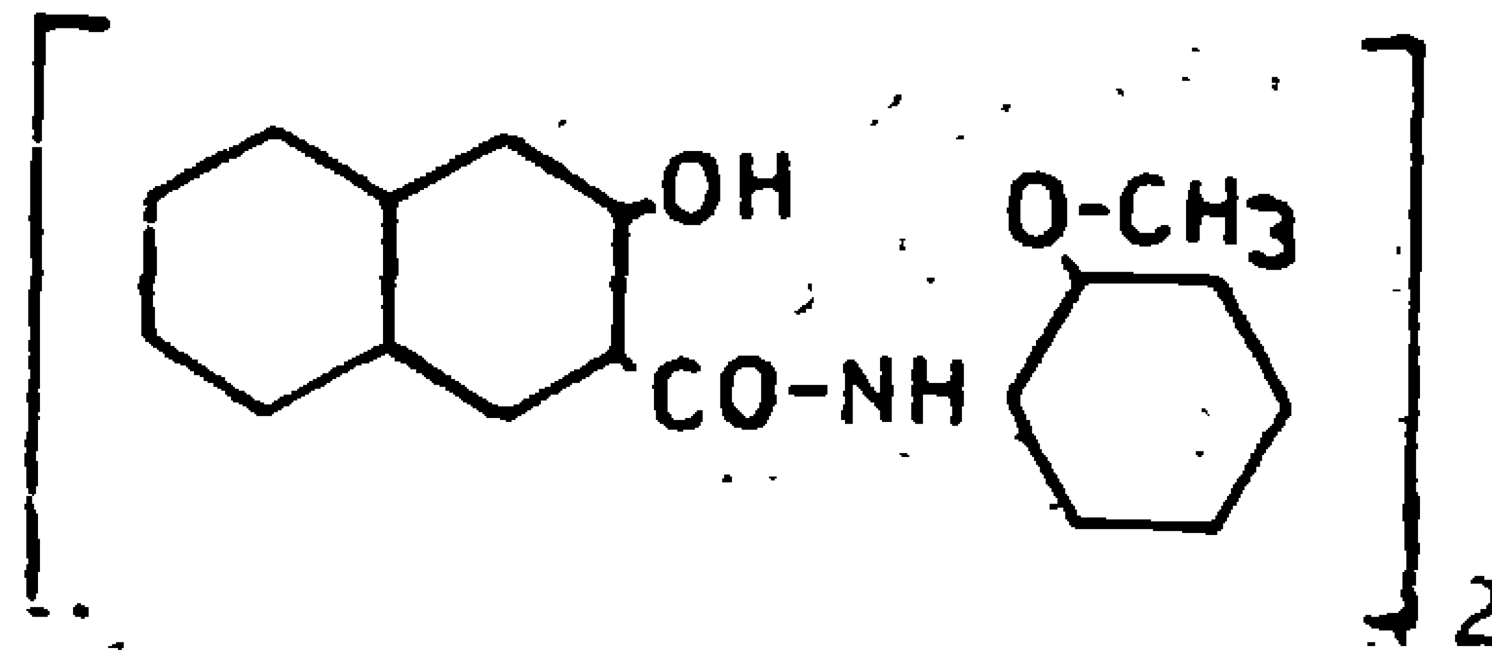
قابلية منخفضة



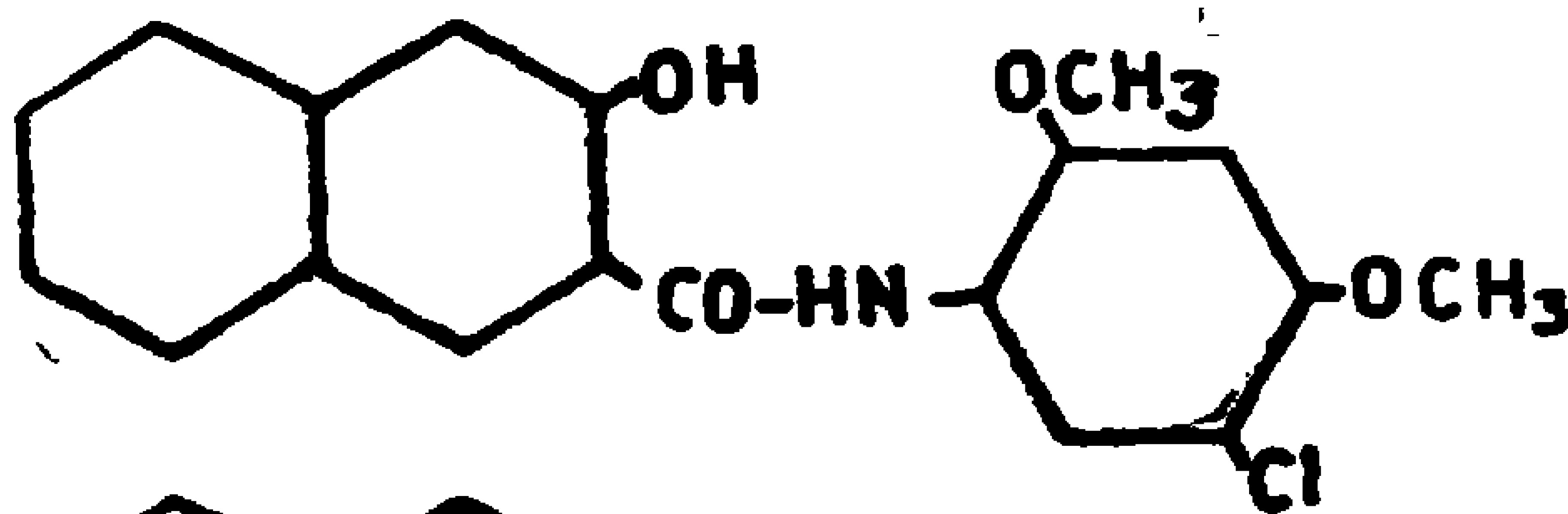
قابلية عالية



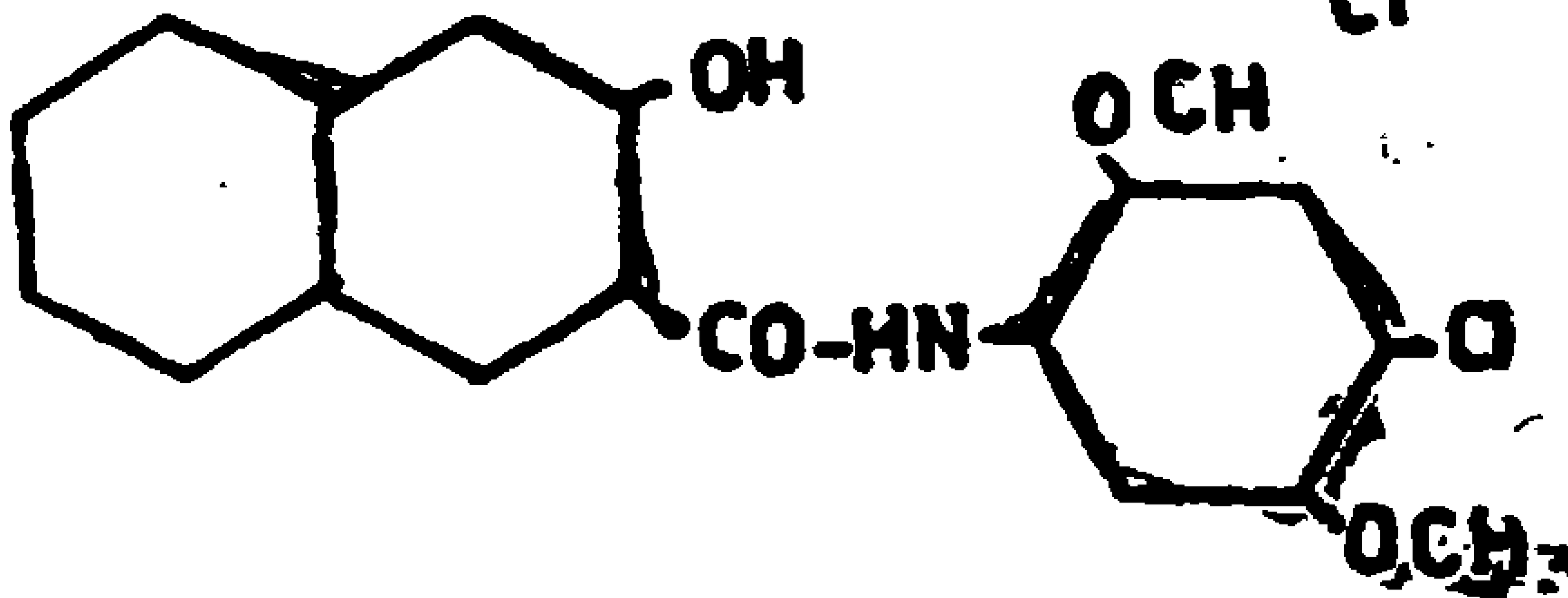
وقد وجد ان القابلية تزيد باضافة رباطات اميد اخرى فى التركيب الذى ينتج عنه مركبات ذات قابلية عالية مثل Brenthol DA



وادخال مجموعات مستبدلة مثل الكلور Cl والايزوكى (O—CH3) . . . . الـــــخ له تأثير على القابلية وكذلك وضع هذه المجموعات له تأثير هام ايضا كما هو موضح فى المثالين الاتيين :



Brenthol LTR



Brenthol LC

وكلاهما اكثر قابلية من Brenthol DA ولكن المركب LC اكثر قـــــابلية مـــن LTR

انواع مركبات التزاوج (Types of Coupling Components)

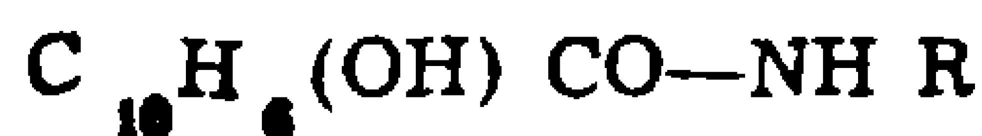
لقد أصبح هناك الكثير جدا من مركبات التزاوج والقواعد الثابتة (Fast Colour Bases) التى يمكن استخدامها ، لذلك نجد أن اختيار المجموعات التى تصلح للتشغيل على المستوى الصناعى عملية صعبة حيث يوضع فى اختبارهم اللون المطلوب والثبات بجانب بعض المتطلبات الاخرى فى التحضير واللون الناتج يعتمد بالاخص على مركب التزاوج وكذلك على القاعدى المختبار .

وسوف نستعرض فيما يلى بعضا من الانواع المختلفة لمركبات التزاوج وهى :

١ ـ انليد مشتقات حامض هيدروكسيد النافتولك (نافتول ا س)

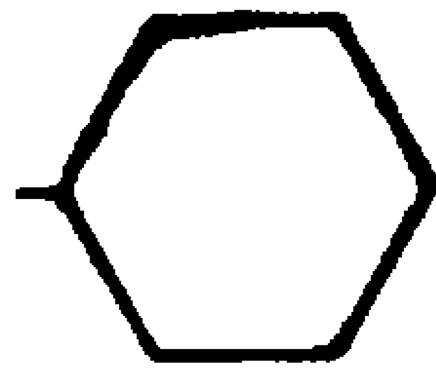
(Anilides of 2:3-hydroxy-naphtholic Acid derivatives)

والتركيب الكيمائى لهذا المركب كالاتى (كما فى صفحة ٣٧٥)

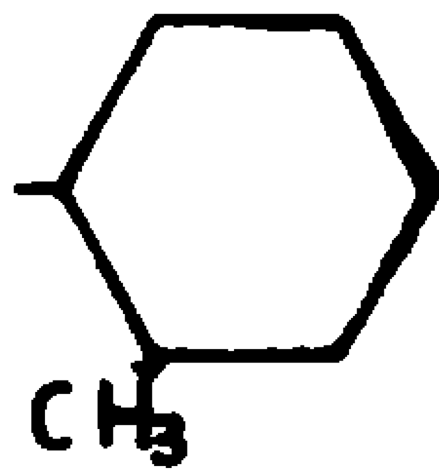


$$C_{10}H_{6}(OH)\ CO—NH\ R$$

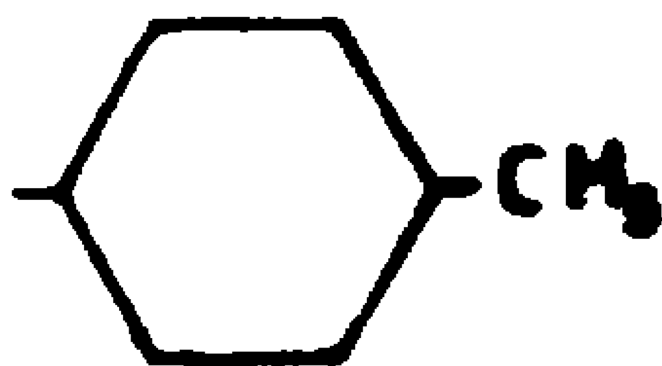
حيث أن R هي الاريل راديكل ومن أمثلة R الآتي :



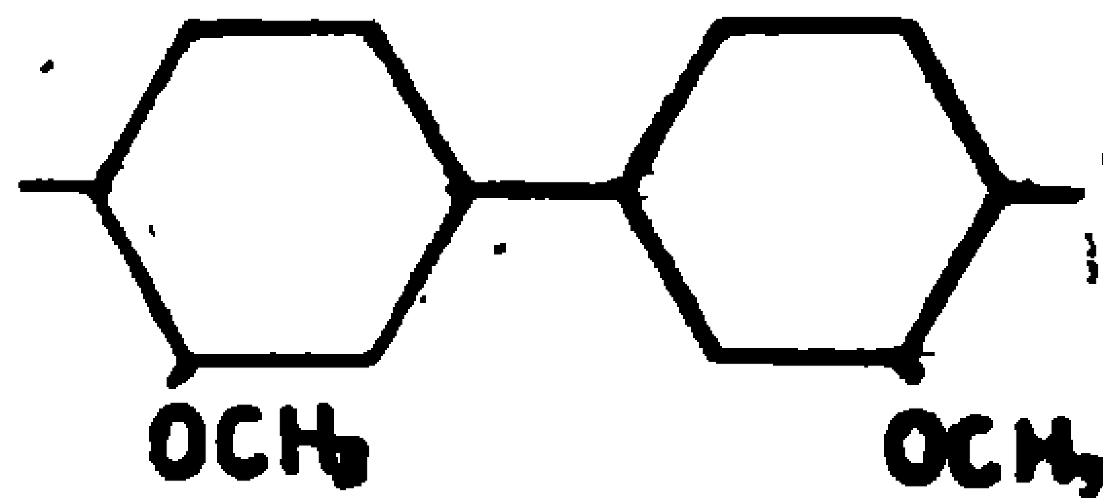
Anilide



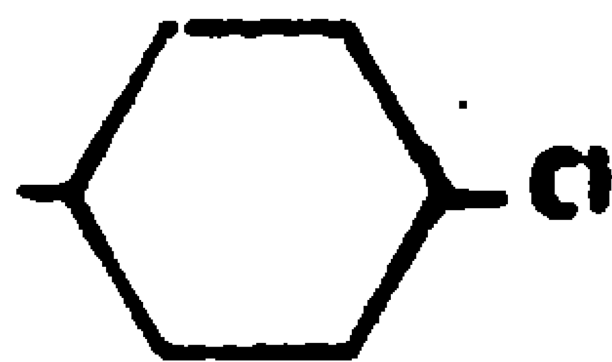
O-toluidine



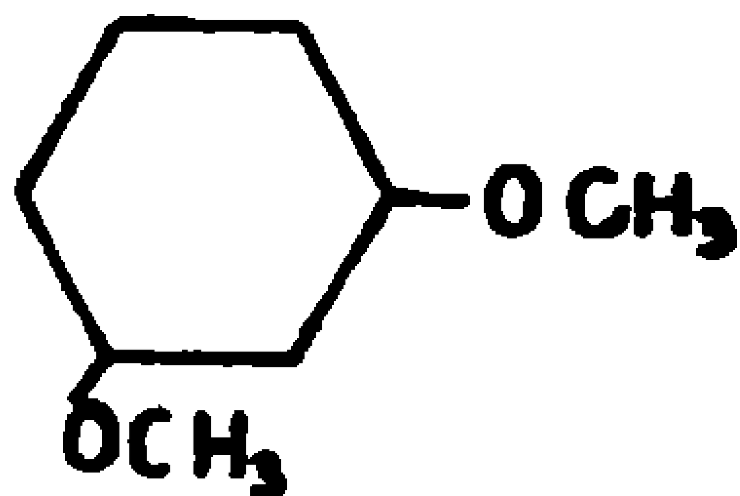
P-toluidine



p-chloroaniline



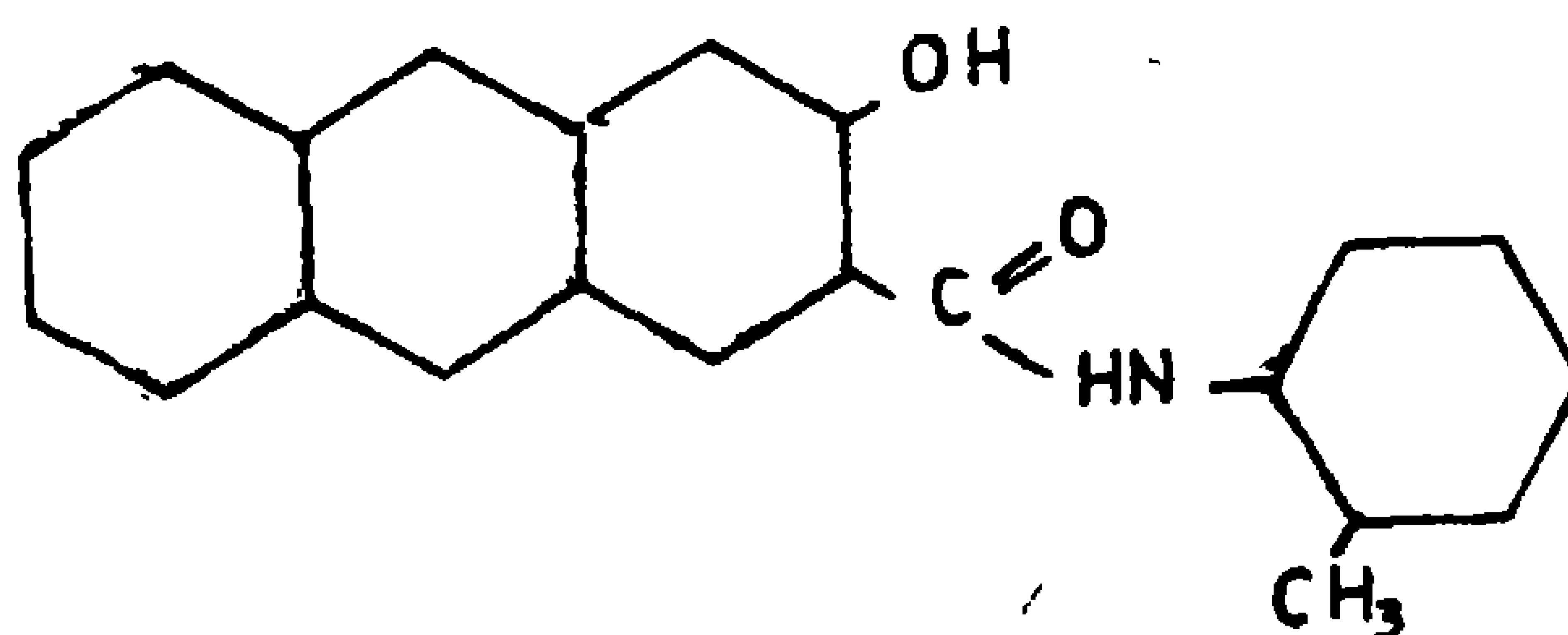
dianisidine



4:6-dimethoxy-
3-chloroanilide

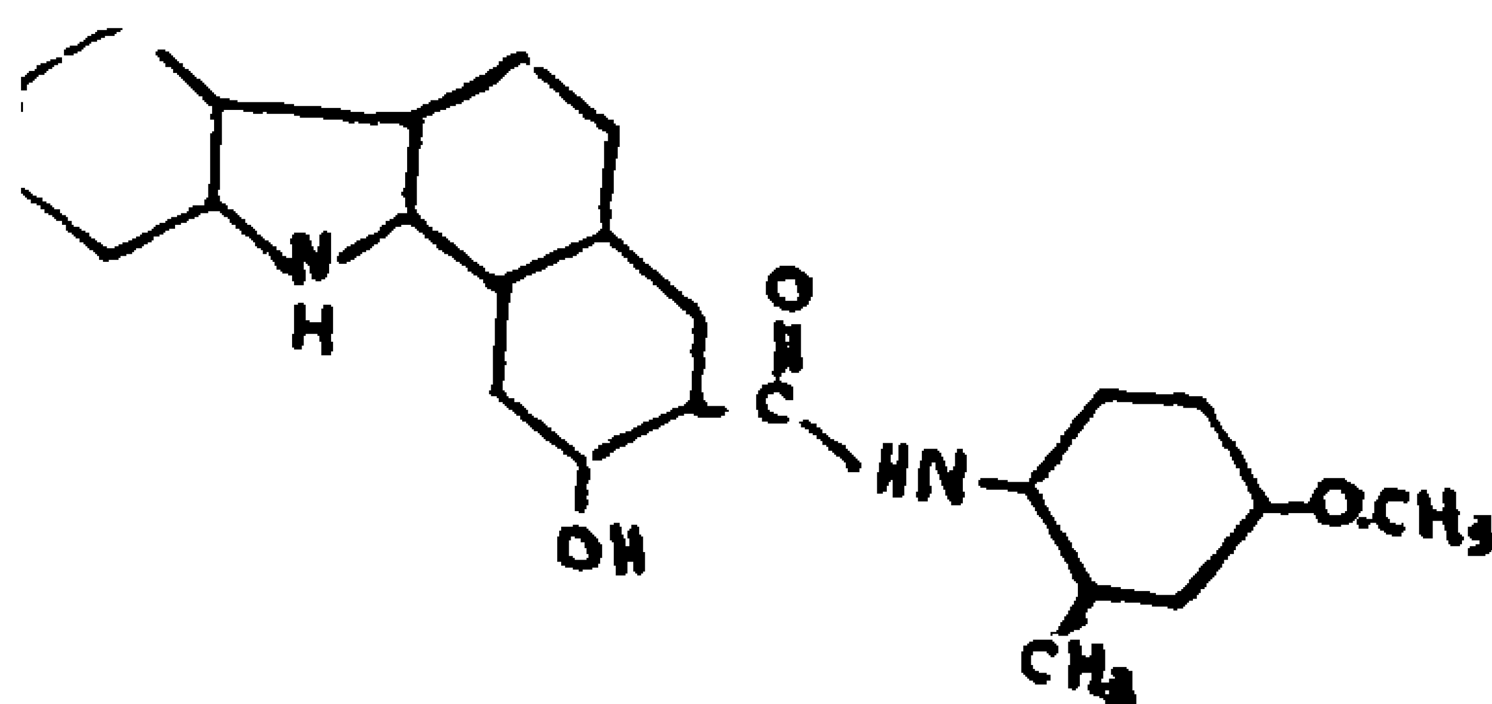
٢ ـ انليد الانثراثين وكربازول وبنزوكربازول لهيدروكسيد احماض الكربوكسيلك

(Anilides of Anthracene, Carbazole and benzo carbazole hydroxy Carboxlic Acids)



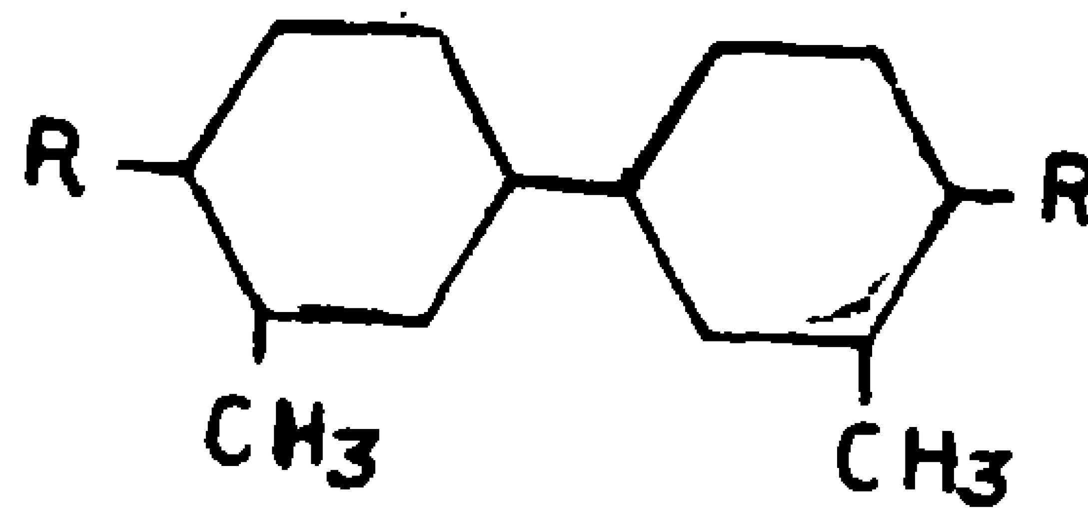
Naphtol AS-GR

ونجد ان هذا المركب يشبه النافتول اس (Naphtol AS) عدا لان نواة النفتالين قد استبدلت بنواة الانثراثين ، وان هذا التغيير ينتج عنه ظلال صفراء مع نفس القاعدى.وعند استبدال نواة النفتالين باخرى من البنزوكربازول فانه ينتج مركبات ذات ظلال بنية غامقة واسود عند تزاوجها بقواعد مناسبة مثل النافتول ا س ـ س ر (Naphtol AS-SR)



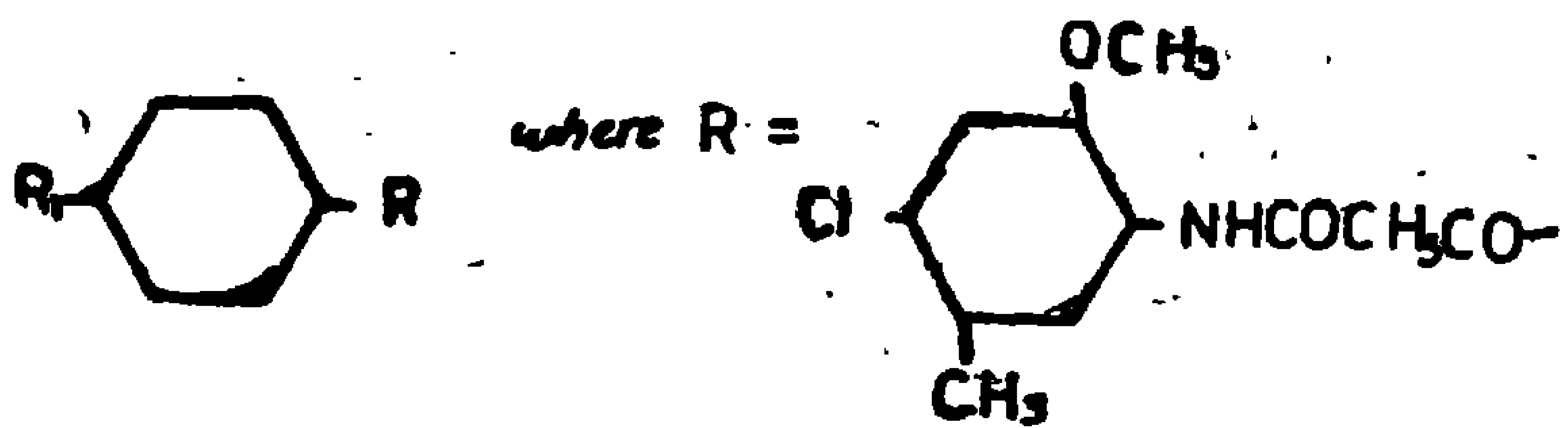
٣ ـ انليد ايثيل حامض الخليك (Acylacetic acid Anilde)

هذه المركبات ذات اهمية خاصة فى انتاج ظلال من الاصفر الليمونى الى البرتقالى والتى تفتقر اليها المجموعات السابقة .



where $R = -NHCOCH_2COCH_3$

وهذه المركبات لها قابلية ضعيفة نسبيا وثبات اللون لتكونيتها متوسطة ولقد امكن تحسين القابلية وكذلك ثبات الضوء باستخدام المكونات الاتية :



تقسيم مركبات النافتول

تنقسم مركبات النافتول الى اربعة مجموعات تبعا لقابليتها للاليـــاف السليلوزية كالآتى :

١ – نافتولات ذات قابلية منخفضة مثل نافتول (AS, AS — D——)

٢ – نافتولات ذات قابلية متوسطة مثل نافتول (AS—BO, AS—E ——)

٣ – نافتولات ذات قابلية عاليـة مثل نافتول (AS—BT, AS—BT ——)

٤ – نافتولات ذات قابلية عالية جدا مثل نافتول (AS— S, AS—SG ——)

وتستخدم المجموعة ١ ، ٢ اساسا للطباعة او للصباغة بطريقة الغمر والعصر (Pad) اما المجموعة ٣ ، ٤ فستخدم للصباغة بطريقة الاستنفاذ (Exhausion processes)

٢ – القواعد المؤزدة والاملاح المؤزدة الثابتة

(Diazotizable Bases and Stablized Diazonium Salts.)

منذ اكتشاف مجموعة النافتول أ س زاد عدد القواعد المعروفة تجاريا زيادة كبيرة ، ولما كان من الممكن تظهير كل نافتول مع أى من هذه القواعد بعد تازدتها فان عدد الالوان الممكن الحصول عليه من الصعب حصــره . الا أن الالوان الناتجة ليست كلها ثابتة ضد الغسيل والضوء بدرجة واحدة ومن ثم فان الالوان التى تمتاز بدرجات ثبات مرتفع بجانب القابلية هى التى سوف نتكلم عنها هنا والقواعد المستخدمة عمليا اما ان تسوق كامينات (Amines) حيث انه من الصعب تحضير ملح ديازونيم ثابت منهما ، او كاملاح (Salts) وفى هذه الحالة يكفى اذابة هذه الاملاح للحصول على محلول مركب الديازونيم

والامينات تعرف بالقواعد الثابتة (Fast Colour Bases) ، امـــا املاح الديازونيم المثبتة فتعرف بالاملاح الملونة الثابتة (Fast Colour Salts) والغالبية العظمى من الاملاح الثابتة تباع كاملاح كلوريد الزنك مثل

Orange GR -Red 3GL and RC -Scarlet ZG
Black K -Corinth LR -Blue 2B

The Variamine Blue Salts واملاح الفارمين الازرق

From amino-diphenylamines

هـى كلوريدات الديازونيـم حيث انها ثابتـة بمافيه الكفـاية امـا الملح Garnet GBC فهو كبريتات الديازونيم ويمكن تقسيم الاملاح الثابتة الى مجمـوعتين :

المجمـوعة الاولى

الاملاح الثابتة فى الوسط المتعادل او الحامضـى وتولد مركب الديازو بمجرد اذابتها فى الماء وتنقسم هذه المجموعة الى الاقسام التالية :

أ — مركبات ديازو مثبتة كأملاح الكلوريد والكبريتات

ب — مركبات ديازو مثبتة كأملاح معقدة (Complex Salts)

جـ — مركبات ديازو مثبتة كأملاح السلفونيك

(Salts of Aryl Sulphonic Acid)

د — تجفيف مخلوط من القواعد وملح النيتريت والحامض .

المجمـوعة الثـانية

الاملاح الثابتة فى الوسـط المتعادل او القلوى وتولـد مركب الديازو بمعالجتهـا بحـامض .

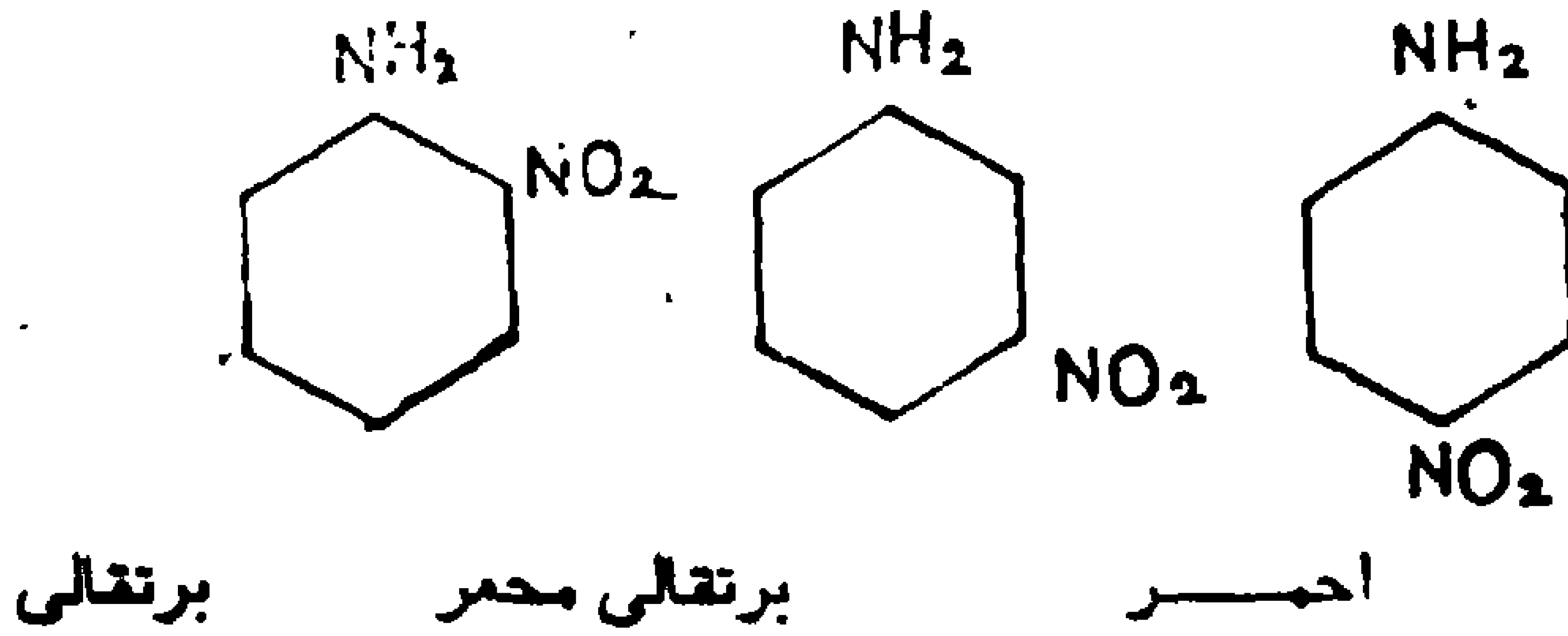
انواع مركبات الديازو الثابتة

(Types of Fast Colour Diazo Compound)

القواعد الاولية التى استخدمت مع بتافتول (β-Naphto) كانت الفا نافتيـــلامين (α -Naphtalamine) للبـــوردو ، بارانيتـــروانزدين (P-Nitroanisidine) للازرق المحمر ذو ثبات الضوء الضعيف . . . الــخ

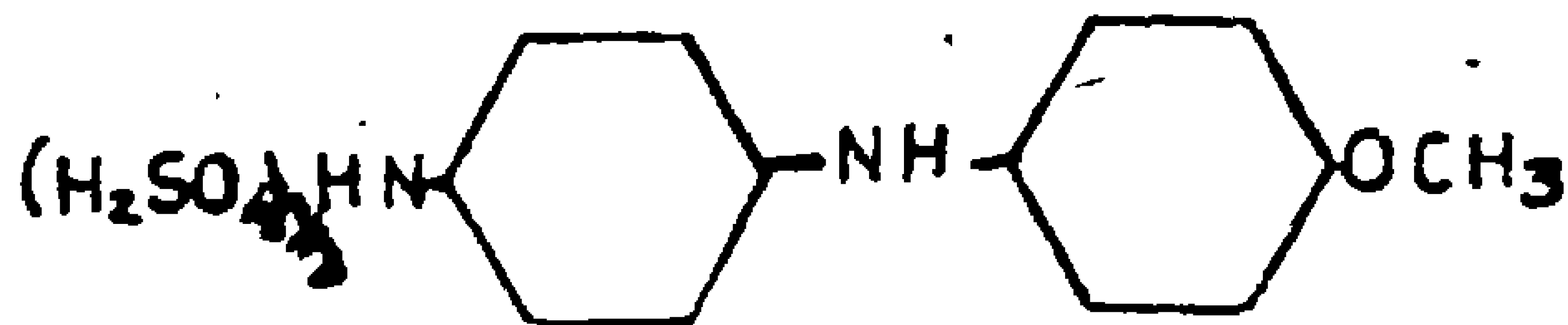
بعض هذه القواعد مازالت تستخدم فى مجموعة القواعد الثابتة المتاحة حتى الآن بالاضافة الى اريلامين (Arylamine) التى تحتوى على مجموعات الامين والنيترو (NH_2-NO_2) فلقد وجد أن ادخال مجموعات الوكس أو هالوجين (Alkoxy or Halogen) على النواة تعطى تكوينات مع مركبات التزاوج ، والتى هى متاحة حاليا ، ولها خواص ثبات للضوء والكلور محسنة.

ووضع هذه المجموعات فى الوضع ميتا (m -position) يجعل ظل اللون يتجه ناحية الاحمر عنه فى الوضع « ارثو » ، وهذا التأثير يمكن تعميمه بالاستبدال فى الوضع (بارا) كما فى المثال الاتى مع النافتول أ س :



برتقالى　　برتقالى محمر　　احمــــر

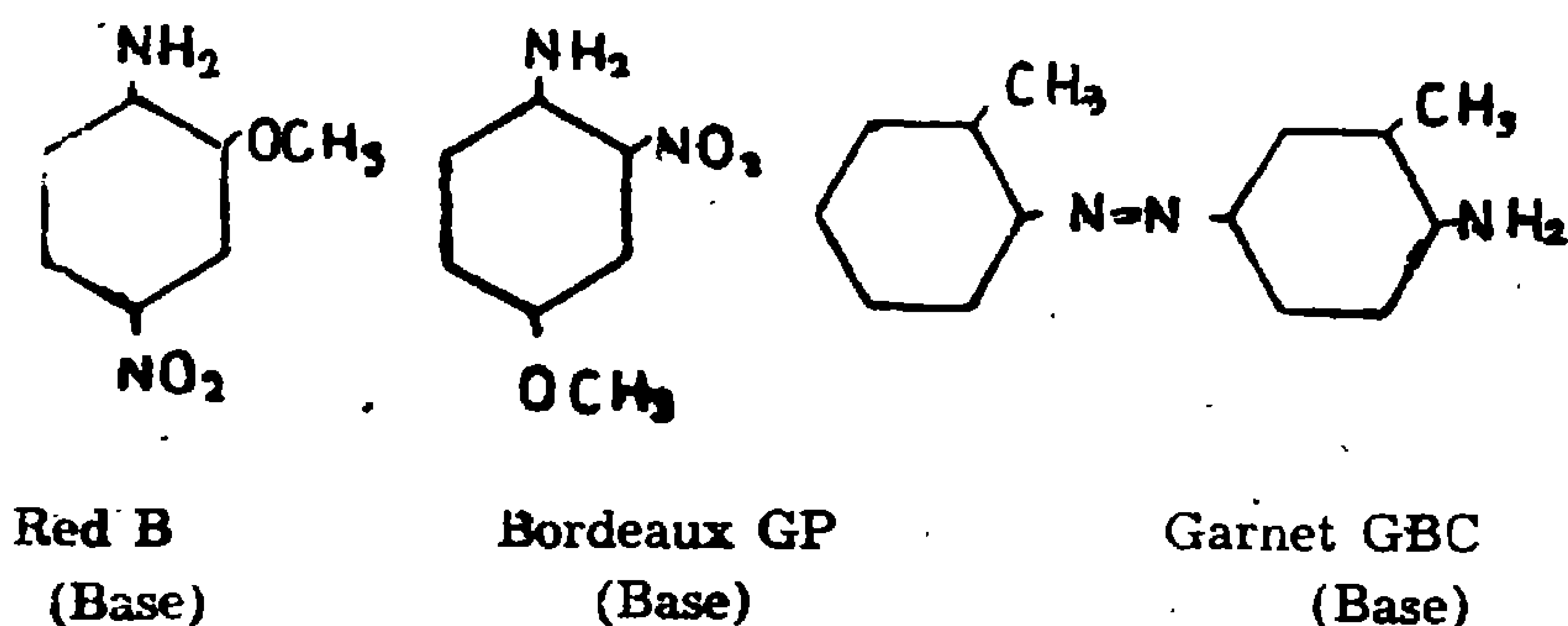
وتكبير حجم الجزىء يعمل على تعميق وتحويل اللون ناحية الازرق ؛ والازرق الفاتح من داى انزدين (Dianisidine) ذات خواص ثبات كلية ضعيفة،لذلك كان اكتشاف الفريامين الأزرق (Variamine Blue Bases) خطوة هامة فى هذا الطريق



Variamine Blue B

وهذا يعطى تكوينات زرقاء مع النافتول أ س ــ د(Naphtol AS and AS-D) ذات ثبات ضوء ممتاز وقد اتسع مجال القــواعد بالبحث المستمر لا يجـــد تكوينات ذات ثبات ضوء جيد بجانب ثبات الغسيل القاسى وغليان القلوى ... الخ ·

ولقد اعطت كلا من
Carnet GBC Bases Bordeaux GB Base, Red B Base.
تكوينات ذات ثبات جيد للضوء ولكن ثبات الغسيل منخفض ·



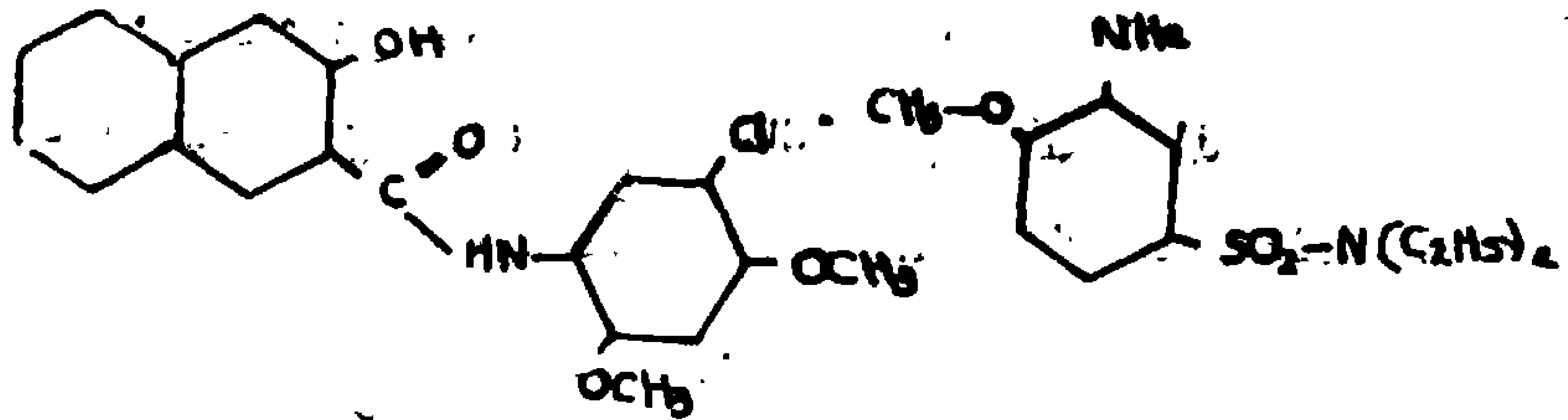
Red B (Base) — Bordeaux GP (Base) — Garnet GBC (Base)

ومن اهم الالوان تلك الذى يعرف باللون الاحمر التركى Turkey Red

والطريقة القياسية لتحضيره هــى
Naphtol AS-TR and Fast Red TR (Base) Brenthol CT

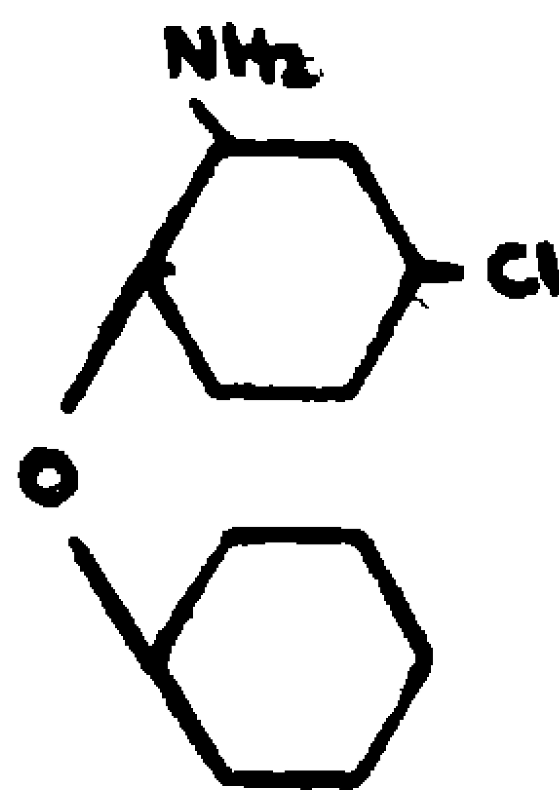
وعندما يكون المطلوب هو نافتول ذو قابلية عالية فيستخدم
Brenthol BN-Fast Red KB (Base)

ولقــد أدى البحث أيضا الى ظهــور Naphtol AS-ITR مــع Fast Red ITR (Base) وذلك للحصول على اللون الاحمر التركى بدرجات ثبات عاليــة جـــــدا .

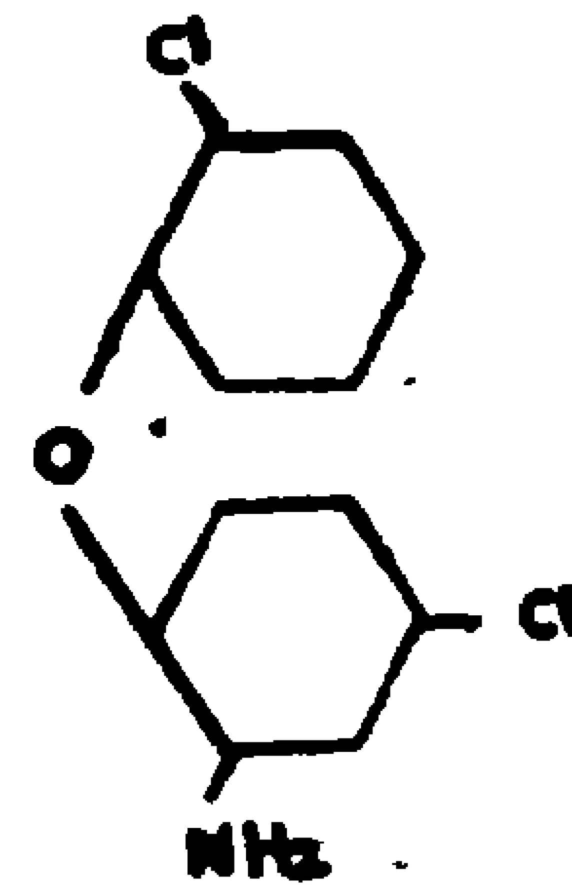


Naphtol AS-ITR — Fast Red ITR

وبعض تكوينات الاحمر القرمزى امكن الحصـــول عليها من مشتقات اكسيد الدافينيل (Diphenyl Oxide) مثل Red FR



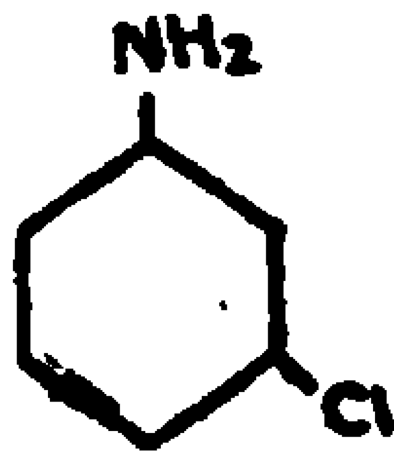
Fast Red FG
(Base)

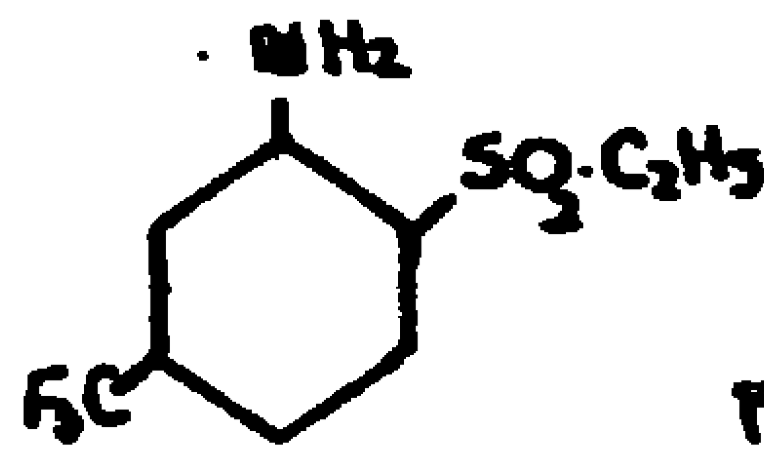


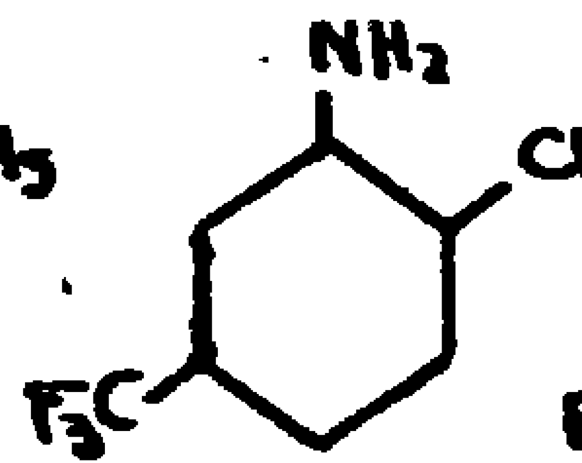
Scarlet Base Ciba IV

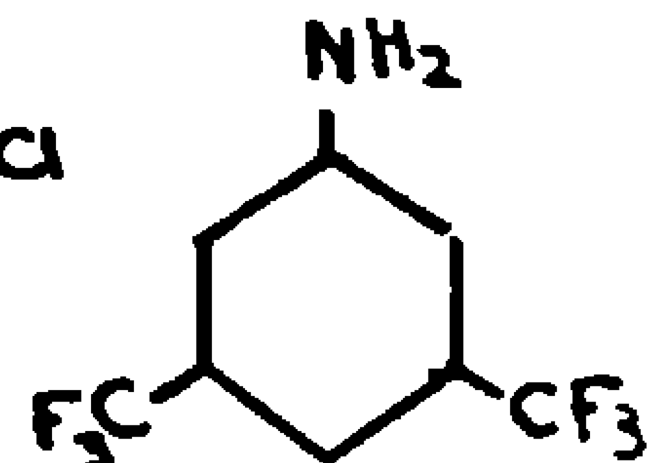
اللون البرتقالى m-Chloroaniline-Orange GC Base

يعطى لون البرتقالى المصفر مع Brenthol OT ولكن ثبات الضوء لهذه التكوينات متوسطة . وثبات الضوء يمكن تحسينة بادخال مجموعات تراى فلوروميثيل (Trifloromethyl) فى النواة .









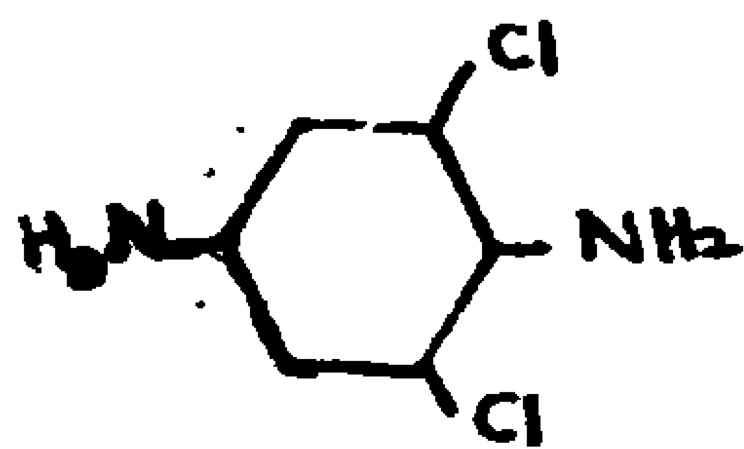
Orange GC　　Golden Orange GR　　Orange RD　　Orange GCD

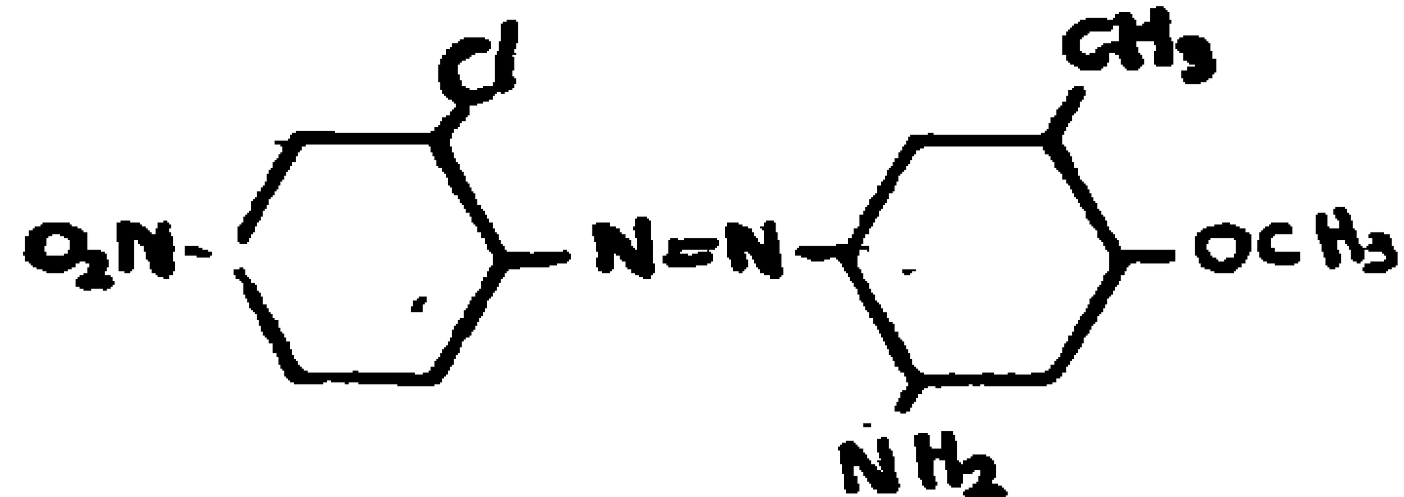
أما الظلال الصفراء يمكن الحصول عليها بواسطة Yellow GC Base
مع Naphtol AS-G, AS-LG and AS-L3G

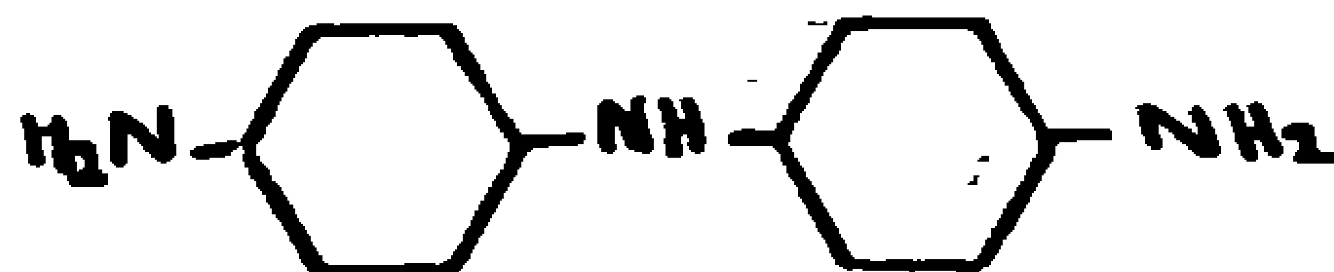


الظلال الخضراء يمكن تكوينها من Fast Salt B مع النافتولات القياسية
AS-D, AS-RS - AS

البنى والاسود يمكن تحضيرهم باستخدام النافتول المناسب مع القواعد الاتية :







Brown ' R,　　Brown V and　　Black R

طـــــــــرق الصــــــــباغة

تتم عملية الصباغة على ثلاثة مراحل كالآتى :

أ ــ تشبع الخامة بمحلول النافتول « النفتلة »

ب ــ التظهير اما بالقاعدى المؤزت أو بالاملاح الثابتة

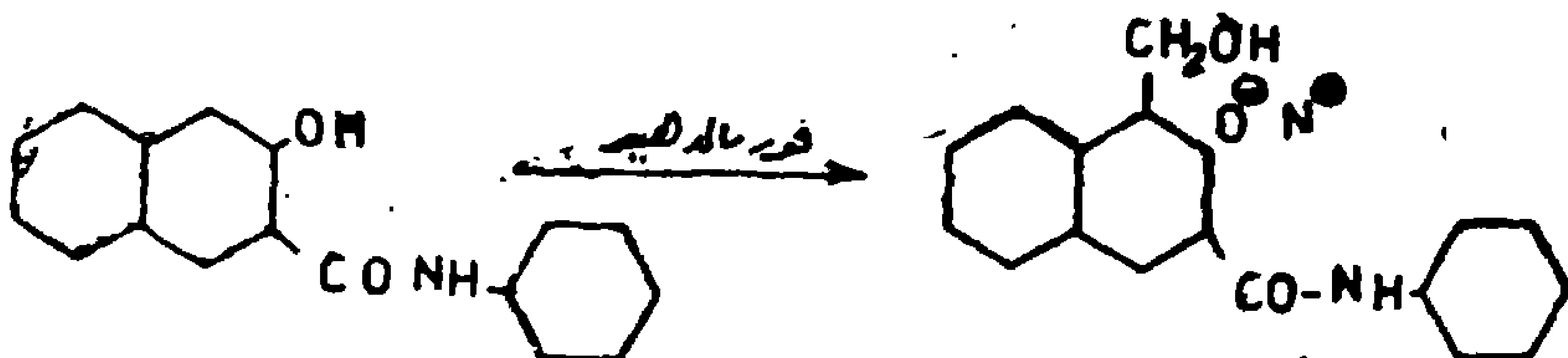
جـ ــ معالجة المصبوغات بمحاليل الصابون والشطف

وللحصول على صـــباغة منتظمة فانه يلزم أن تعد الخامة المطــلوب صباغتها بعناية فائقة . ففى حالة الصباغة بالالوان الفاتحة يجب أن تتم أولا عملية تبييض الخامة وهى أما نصف تبييض للالوان الغــير لامعة أو تبييض كامل للالوان اللامعة جيــدا .

تحضــير محاليــل النافتــول

لما كانت النافتولات لاتذوب فى الماء فان اذابة هذه المركبات تتم بتحويلها الى ملح صوديومى ذائب وذلك بمعالجتها بمحلول الصودا الكاوية (٣٦°بومى) فى وجود عامل مساعد للبلل مثل الزيت التركى الاحمر .

وللحصول على محلول رائق تضاف كمية أكبر من الصودا الكاوية كما يضاف الزيت التركى الاحمر لضمان تجانس تشرب الخامة لمحلول النافتول ويضاف الفورمالدهيد والغراء لحفظ النافتول سواء فى حمام الصباغة أو على الالياف والانسجة المنفتلة لمنع التاكسد كما فى المعادلة :



والمركب المتكون ليس سهل التحلل كالمركب الاصلى كما أن مجموعة هيدروكسيد الميثيل المتكونة (hydroxy methyl) تتكسر عند التزاوج مكونا المركب الاصلى. ولا يفضل اضافة الفورمالدهيد فى حالة Naphtol AS-G. حيث تقلل من قدرته على التزاوج .

وهناك طريقتان لاذابة النافتول هما : الطريقة الساخنة والباردة .

طريقة الاذابة على الساخن

يعجن النافتول بعناية مع الزيت التركى الاحمر او اى مواد ناشرة مناسبة بنسبة ٤سم٣ / لتر فى الحالة العادية او ١٢٪سم / لتر فى حالة ماكينة الباد ثم تضاف الكمية المناسبة من الصودا الكاوية (٣٦ °بومى) ويقلب حتى نحصل على عجينة متجانسة وتخفف بعد ذلك العجينة بالماء الساخن بالتدريج حتى نحصل على محلول رائق وتختلف كمية الصودا الكاوية حسب النافتول لذلك يفضل الاسترشاد بتعليمات الشركة المنتجة .

طريقة الاذابة على البارد

يعجن النافتول مع الكحول المعالج صناعيا ثم تضاف الصودا الكاوية (٣٦ ° بومى) فى ماء دافىء والمحاليل المركزة المحضرة بهذه الطريقة غير ثابتة لذلك يضاف اليها مادة غروية واقية .

اهمية العوامل المبللة والواقية فى تحضير محاليل النافتول

تضاف المواد المساعدة المبللة والحافظة والواقية لحمام النافتول مهما كان تركيزه . فمثلا الزيت التركى الاحمر يضاف كمادة تساعد فى البلل ولاذابة النافتول على الساخن ويساعد ايضا فى تفاعله مع الصودا الكاوية وفى نفس الوقت يزيد من قابلية الخام للتشرب بجانب انه يساعد فى الحصول على صباغة متجانسة وذلك لان الحصول على صباغة متجانسة للخامة يتوقف على تجانس عملية النفتلة على الخامة واى عيوب فى النفتلة لا يمكن تعديلها

بعد اظهار اللون بمحلول الاظهار . ويمنع الزيت التركى ايضا ترسيب وظهور الايونات المعلقة فى حمام النافتول عند استخدام الفورلدهيد ويزيد أيضا من ثبـــات الاحتـــكاك .

اما اضافة الفورمالدهيد والغراء فانها تضـاف لحفظ النافتول وتمنع اكسدته كما سبق ذكره ، وبالتالى تجنب الحصول على الوان معتمة وغير متجانسة . ولا يفضل اضافة الفورمالدهيد الى الحمام فى الحالات الآتية :

أ ــ عندما تعالج الانسجة المنفتلة فورا فى محلول الاظهار

ب ــ عندما تتعرض الانسجة المنفتلة للتجفيف قبل عملية اظهار اللون

جـ ــ عندما تجرى عملية النفتلة عند درجات حرارة عالية .

اســتنفاذ حمــام النافتـــول

تختلف النافتولات فى معــدل استنفاذها من الحمام وتعتمد ســرعة الاستنفاذ على عدة عوامل هى : نسبة الحمام للخامة ، كمية الملح المضافة، درجة حرارة الحمام ، وزمن الغمر وكذلك على قابلية النافتول للخامة .

واضافة الملح له تأثير فى سرعة استنفاذ الحمام سواء كان ملح طعام أو ملح جاوبر ، ويظهر هذا التأثير بالنسبة للنافتولات ذات القابلية الضعيفة للالياف كما أن لها تأثير فى حالة استخدام حمامات الصباغة المركزة ذات نسبة المحلول للخامة منخفضة (Short-Liquor) لذلك فان عدم تقدير الكمية المناسبة من الملح قبل التشغيل تعمل على ترسيب النافتول على الاليــاف وبالتالى ضعف درجة ثبات الاحتكاك للمصبوغات .

ودرجة الحرارة المناسبة للنفتلة تساعد فى الحصول على تغلغل كامل للالياف مما ينتج عنه صباغة متجانسة اما اذا تمت المعالجة عند الحــرارة المرتفعة فانه ينتج درجات متباينة من اللون ويمكن أن تتسبب فى ترســيب

النافتول خاصة في وجود الفورمالدهيد . ودرجات الحرارة المناسبة هي عادة المنخفضة والدرجة القصوي المسموح بها تتراوح بين ٣٠ — ٣٥م كما انه يمكن رفع هذه الدرجة الى ٤٠ — ٤٥م عندما تتم الصباغة اليا .

وزمن النفتلة يتوقف على قدرة النافتول على التغلغل داخل الألياف كما ان الماكينة المستخدمة تلعب دورا في ذلك

ثبـات محاليـل النافتـول

يمكن أن تظل محاليل النافتول ثابتة لمدة تتراوح بين ١٢ ساعة وعدة اسابيع اما في حالة حدوث اى تعكير في المحلول فيمكن ازالتـه اما باضافـة قليل من الصودا الكاوية الى عينة من المحلول للتأكد من اختفاء العكر أو أن يكون التعكير نتيجة للزيادة في كمية الصودا الكاوية وبالتالى فيؤخـذ عينة اخرى ويضاف اليها قليل من حامض الخليك .

الماكينـات المسـتخدمة للنفتلة

يتوقف اختيـار الماكينـة المناسـبة للنفتلة على قابلية النافتول المستعمل فالنافتولات ذات القابلية المنخفضة مثل β-Naphtol لا يمكن أن تستخدم على ماكينات الجيجر بينما تكون مناسبة لكثر على ماكينات الباد التى تتطلب أدنى معـدل للاستنفاذ للحصـول عـلى توزيـع ميكانيكـى متجانس عـلى الخامة أما النافتولات ذات القابلية العالية مثل Naphtol AS فانه يمكن تشغيلها على الجيجر وتحت الظروف التى تتيح اقصى استنفاذ بواسـطة الحـرارة والمـلح .

الصباغة على ماكينات الجيجـر (Jig Dyeing)

يحضر محلول النافتول كما سبق ويضاف الى الماء في حوض الجيجر ، ولما كان قابلية النافتول تقل بالحرارة ، فانه يمكن رفع درجة الحـرارة الى ٥٠ — ٦٠م حيث يمـر القماش عدة دورات ثم يسمح لدرجة الحـرارة

بالانخفاض مع اضافة الملح بين الدورات لزيادة الاستنفاذ . والغرض من ذلك التحكم فى معدل استنفاذ ثابت خـلال العملية حتى يتم استنفاذ الحمام بالدرجة المطلوبة . ينتقل القماش بعد ذلك الى درفيل آخر ، أو يمكن اظهاره على نفس الماكينة او ماكينة اخرى مثل ماكينة Pad-mangie وفى الحالة الاخيرة يفضل تجفيف الخامة حتى يقل استنزاف النافتول فى حمام الاظهار كما أنه يمكن ان تتم عمليـات التصبين والشطف على الجيجـر ولكنها لاتتم بكفاءة تامة .

الصباغة على ماكينة البـاد (Pad-Dyeing)

تستخدم فى هذه الحالة الظروف التى تجعل النافتول ذو أقل قابلية ممكنة فمثلا : تستخدم درجة حرارة عالية من ٧٠ ـ ١٠٠ْم كما يستخدم حـوض غمر صغير ويحضر حمام النافتول جيدا باضافة الكمية المناسبة من مـواد البلل مثل الزيت التركى الاحمر الحصـول على توزيع متجانس للنافتول . ونظرا لعدم التاكد من تلاشى القابلية بين النافتول والخامة فان تركيز المحلول فى حوض الغمر سوف يقل بالتدريج لذلك فان محلول التغذية يجب أن يكون ذا تركيز اعلى من المحلول الموجود فى حوض الغمـر لتعويض هذا النقص ، وهذه الزيادة فى حـدود ١٥ ـ ٢٠٪ وذلك بالنسبة للنافتـول ذى قابلية متوسطة الى عالية

ولمنع استنزاف النافتول فى حمام الاظهار ، والذى قد يؤدى الى صبغة عالقة على السطح يفضل أن يجفف القماش فى فرن هواء سـاخن والذى يساعد على تجنب الانتشـار السطحى

ويمر بعد ذلك القماش الى حمام الاظهار الذى يحتوى على حامض لمعادلة قلوية القماش ذات درجة هيدروجينى ثابت ـ تليها مرحلة التصبين والشـطف .

العصـــــر والتجفيف

الغرض من التجفيف فى العملية الســـابقة هو تثبيت النافتول الذى لم يتغلغل داخـــل الخامة وانما تعلق بها ميكانيكيا كما أن الخامة المجففة قبـــل الاظهار ينتج عنها مصبوغات اعمق لونا وأكثر لمعة مع ثبات افضل للاحتكاك .

وعند استخدام الطـــريقة العادية لتجفيف المنسوجات بامرارهـــا على الاسطوانات المسخنة فانه يجب خفض درجة حرارة الاسطوانات الأولية التى يقابلها القماش المبلل والا أدى ذلك الى ظهور عيـــوب فى القماش على هيئة بقع بيضـاء مع تجنب حدوث تكسـيرات اثناء مروره ويستحسن الاقلال من زمن التجفيف بزيادة سرعة الماكينة حتى لا يتحلل الملح الصوديومى بالقماش المبلل وينتج الصودا الكاوية والنافتول الطليق الذى لا يملك القـــدرة على التزاوج مع القاعدى المأزت .

ويفضل سرعة التجفيف فى مبخرات هواء ساخن لتـــلافى العيوب التى قد تحدث بالطريقة الســـــابقة .

تحضـــــير حمـــــام القواعـــــد الثـــابتة

تجرى عملية تأزدة القواعد باستخدام مادة نيتريت الصوديوم وحامض الهيدروكلوريك بقدر كاف لتكوين حامض النيتروز كما فى المعادلة :



$$NaNO_2 + HCl \longrightarrow HONO + NaCl$$



$$C_6H_5\text{-}NH_2\,Cl + HNO_2 \longrightarrow R\text{-}N{=}N\text{-}Cl + H_2O$$

قاعدى　　　حامض　　　ملح الديازونيم

ومركب الديازونيم المتكون غير ثابت فى درجات الحرارة العالية ولهذا نيفضـــل ان تجرى عمليـــة تأزدة بعض القـــواعد عند درجة الحـــرارة من ١٥ ـ ٢٠ ْم باستخدام الثلج .

وتحضير محاليل القواعد الثابتة المختلفة يختلف فى سهولة تازدتها حيث ان بعضهما يحتاج إلى دقة فى تحضير لكثر وبالتالى فانه يفضل الاسترشاد بتعليمات المنتجين . أما الطريقة التقليدية لتحضيرها فهى بتحضير ٢ حجم من القاعدى بارانيترانيلين (p-nitraniline) فى ٣٠ حجم ماء مغلى ، ٥٪ حجم حامض هيدروكلوريك لتحضير محلول رائق ويضاف بعد ذلك ١٠ حجم ماء بارد والذى يرسب بارانيترانيلين هيدروكلوريك فى حالة حبيبات دقيقة جدا ويبرد المعلق الى درجة ٣ ـ ٤ ٥م ويذاب ١ حجم من نيترات الصوديوم فى ٢٠ حجم ماء بارد ثم يضاف بالتدريج .

وحامض الهيدروكلوريك الزائد فى الحمام يعمل على منع تزاوج البارانيترانيلين المتازد من التزاوج مع الغير مثازت ، ومحلول الديازو يجب أن يضاف اليه ملح صدام (Buffes) لان المحلول الزائد الحامضية لن يتزاوج مع النافتول .

ومحلول الديازو يجب ان يحجب عن الضوء وتحفظ درجة الحرارة منخفضة ويجب أن يحتوى على حامض خليك لمعادلة القلوية الموجودة على الخامة مع النافتول ، وتكوين خلات الصوديوم سوف تعمل كملح صدام عند الدرجة الملائمة لاقصى تزاوج . كما يمكن اضافة املاح الفوسفات ايضا كاملاح صدامة . وحفظ الاس الهيدروجينى ثابت عملية هامة جدا لعملية التزاوج أما اذا اهملت فسينتج مصبوغات ذات قوة صبغية ضعيفة . وهناك بعض المواد التجارية تضاف الى حمام الاظهار لتساعد فى نفاذ مركب الديازو وتساعد فى الحصول على قوة صبغية عالية بجانب تحسين ثبات الاحتكاك مثل هذه المركبات : Dispersol VL — Ekalin F

تحضير محاليل الاملاح الثابتة

تحضر هذه الاملاح بطريقة بسيطة حيث تعجن فى قليل من الماء وحامض خليك ثم يضاف الماء ليعطى المحلول ويجب تجنب درجة الحرارة أعلى من ٤٠م وذلك لتجنب احتمال تكسير الملح وفى بعض الاحيان يفضل تصفية المحلول المتكون ويضاف اليه ملح الطعام حتى يمنع اى استنزاف للنافتول من القماش الى الحمام ، كما ان وجود حامض خليك يعادل اى قلوية من الخامة المنفتلة .

المعالجــات النهـــــائية

بعد صباغة الخامة والحصول على تجانس جيد فانه مازال هنـــاك خطوة هامة ولازمة للحصـــول على مصبوغات مقبولة من جميع الجـــوانب وهى تخليص الخامة من أى جزيئـــات صبغة ازوك غير ذائبـــة عالقة على السطح وكذلك تحويل الصبغة الازوك المتكونة داخل الخامة فى الشكل الذى يجعلها ذات أعلى ثبات للضـــوء والاحتكاك والكلور ... الـخ . وهذه العملية هى التصبين الجيد للخامة ، وبالرغم من ان هذه العملية قد ذكرت سابقا ولما لها من اهمية فانه يلزم التعرض لها بشىء من التفضـــيل .

فمن اكبر المشاكل التى تواجه تكوينات الازوك هودرجات ثبات الاحتكاك المنخفضة نسبيا ولقد تعرضت هذه النقطة للكثـــير من البحث وبالرغم من التحسن الذى طرأ عليها الا أنه لا يوجد رأى قاطع عن السبب فـــى ذلك فعند استخدام مركبات تزاوج ذات قابلية عالية فانها تعطى مصبوغات ذات احتكاك ممتاز ولكن ليس من السهل دائما الحصول على هذه التكوينات .

فالدراسات الخاصة بدراسة تصرفات تكوينات الازوك فى محاليـــل الصابون المغلى ومحاليل الصودا قد اظهرت ان بجمنت الازوك المتكون بداخل الخامة يتجمع فى شكل جزيئا متبلورية احادية (Monocrystalline particles) داخل الشعرة ، وهذه يمكنها ان تنتشر داخل الشـــعيرات فى شكل دائرى أى يتجه بعضها داخل الشعرة فى الاجزاء الغير متبلورة والبعض الآخر الى السطح الخارجى تحت تاثير الماء الساخن والصابون وهكذا نجـــد ان عملية التصـــبين القوية والتى صممت لازالة الالوان العالقة على الســطح ربما تساعد فى نفس الوقت على انتشار اللون من الداخل الى الخارج خاصة أنه قد وجد أن تجميع ألوان الازوك يحدث بسرعة اكبر عند الحرارة المرتفعة لذلك فانه يفضل اجراء عملية التصبين عند درجة حرارة ٨٠ْم حتى يمكن ازالة اللون العالق قبل ان تبدأ عملية تجميع وانتشـــار اللون مرة اخـــرى .

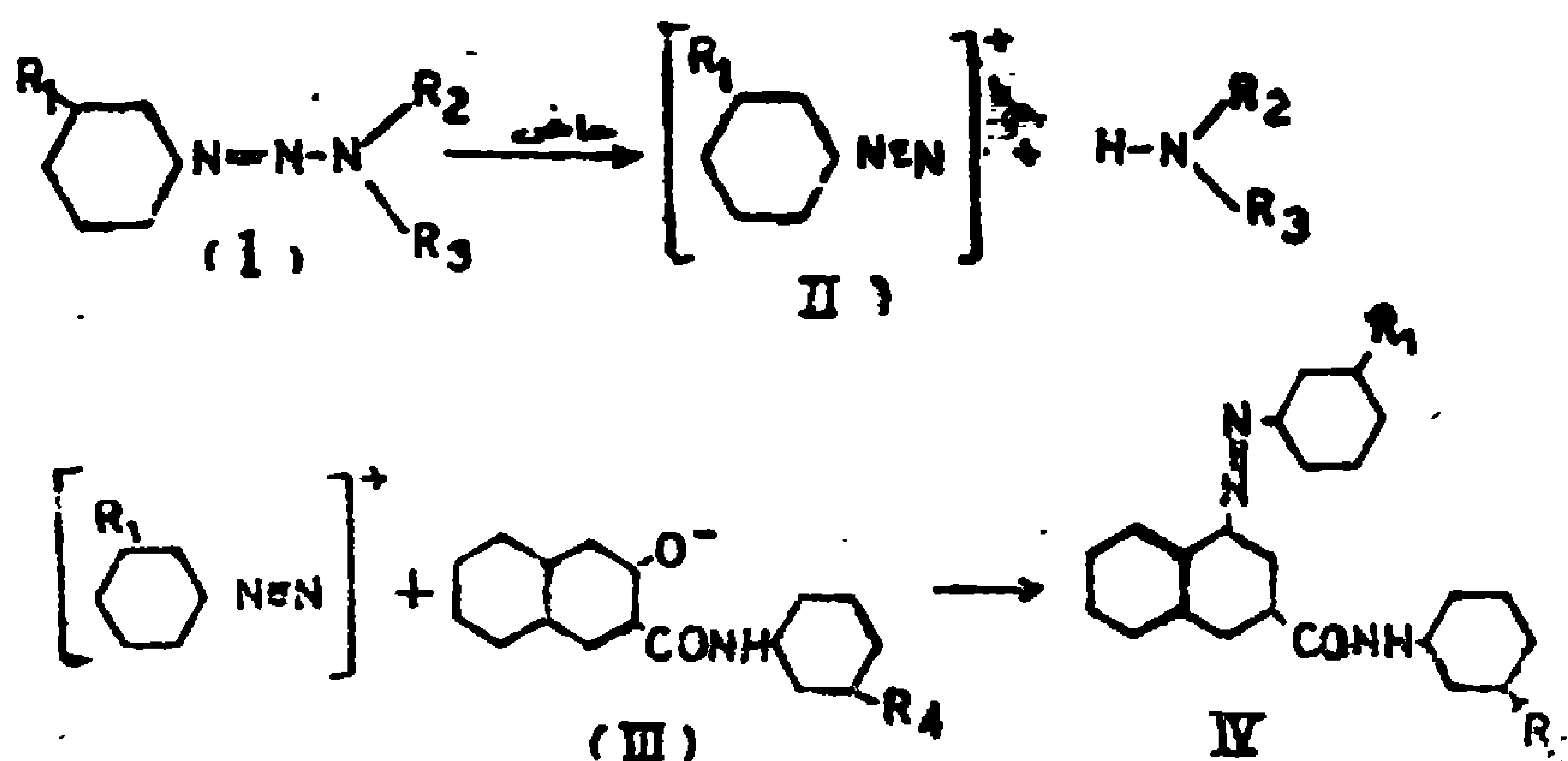
ولقد تم دراسة مجموعة كبيرة من المواد ذات النشاط السطحى وكل شركة منتجة ترشح احدى منتجاتها كعامل مساعد فى تحسين ثبات الاحتكاك، الا انه مازالت المعالجة النهائية المثالية تنحصر فى الشطف بعد الاظهار فى محلول مخفف من الصودا الكاوية (٢ جرام / لتر) لازالة الحامض بعد ذلك تصبين ١٠ - ٣٠ ق فى محلول صابون وصودا آش (٢ - ٥ جرام/لتر) عند درجة حرارة ٦٥ه - ١٠٠م وان كانت الحرارة والوقت يختلفا حسب التكوينات .

طريقة النفتلة والاظهار فى حمام واحد

The Coupling procedure in the Naphtol AS One Bath process

قدمت شركة هوكست مجموعة جديدة من املاح الديازونيم يمكن أن تضاف مع النافتول ا س (Naphtol AS) فى حمام واحد . وهذه المجموعة تسمى (Azanil Colour Salt) وتختلف هذه المجموعة عن الاملاح الثابتة (Fast Colour Salt) من ناحية التشغيل فى أن الطريقة الجديدة لاتستخدم غير حمام واحد للنفتلة والاظهار معا بدلا من حمامين فى الطريقة التقليدية .

وفى طريقة الحمام الواحد ، والذى يحتوى على النافتول وملح الديازونيم (I) يتم نفتلة الخامة فى الوسط القلوى حيث يتم تكوين النافتولات ذات القابلية العالية للخامة ، وبعد ذلك يضاف الى الحمام حامض بالقدر الذى يعمل على معادلة القلوى وجعل الحمام حامضى خفيف وهذا الوسط يساعد على تكوين ملح الديازونيم (II) القابل للتزاوج مع النافتولات الموجودة فى الخامة أو فى الحمام كما فى المعادلات (١ ، ٢) الاتية :



ففى المعادلة (١) يتفكك ملح الديازونيم المثبت (I) فى الوســط الحامضى الى ملــح ديازونيم قابل للتزاوج (II) وامــين ثنائى . وملح الديازونيم (II) يتفاعل مع النافتولات المتكونة (III) ليتكون الصبغة (IV) الغير ذائبة كما فى المعادلة (٢) .

ونظرا لسرعة تحول النافتولات (IV) المتكونة فى الوسط القلوى الى النافتول أ س الغير قابل التزاوج فى الوسط الحامضــى يتم اذابــة النافتول بالطريقة الباردة مع اضافة فورمالدهيد ليقلل من هذا التحويل .

وتستخدم هــذه الطريقة لصباغة الخيوط ولكنها استخدمت ايضـــا فى صباغة الاقمشة حيث يتم تحضير حمام الصباغة باضافة النافتول أ س مع مادة ناشرة وصودا كاوية مع أملاح الازانيل ثم تعالج الخامة المطلوب صباغتها لمدة ٢٠ دقيقة فى وسط قلوى ثم يضاف بعد ذلك الحامض ليعادل الصــــودا الكاوية ويجعل الحمام عند درجة اس هيدروجينى ٥ — ٥ر٦ ز تستمر عملية الصباغة لمدة ٢٠ دقيقة أخرى . وفى الحالة الاخيرة لا يتم اظهار اللون مـــرة واحدة كما فى الطريقة التقليدية ولكن يتكون ملح الديازونيم القابل للتزاوج بعد فترة من الوقت تعتمد على تركيبه ودرجة الأس الهيدروجينى ويبدء ظهـــور اللون تدريجيـــــــا .

وتمتاز هذه الطريقة بالمقارنة التقليدية الى توفير بعض العمليات مثل مرحلة الشطف والعصر الوسيطة للخيوط بجانب انخفاض اســتهلاك الماء وعدد العمال وتقليل زمن الصباغة .

ازالـــــة اللـــــــــون (Stripping)

معظم تكوينات الازوك ذو ثبـــات ممتاز للغسيل والتبييض والطـــريق الوحيد لازالة اللون هو عن طريق تحطيم رابطة الازو بالاختزال بواســطة محلول هيدروسلفيت قلــوى (او مشتقاته) عند الغليان وربما يســـتخدم مركبات الامونيوم الرباعية (Quaternary-ammonium compounds) مثـــل مـــادة Cetyl-trimethyl ammonium-bromide التي تساعد على تكسير مركبات الازو ومادة الليزولامين أ Lissalamine A وهى من هـــذا النوع . كما تضـــاف مادة ناشـــرة كتيونية ضعيفة مثـــل Resocol V وكذلك مادة البيروليـــدون (Pyrrolidone) والتى تحمـــل اسماء تجارية لها تأثير ايضا فى عملية الازالة .

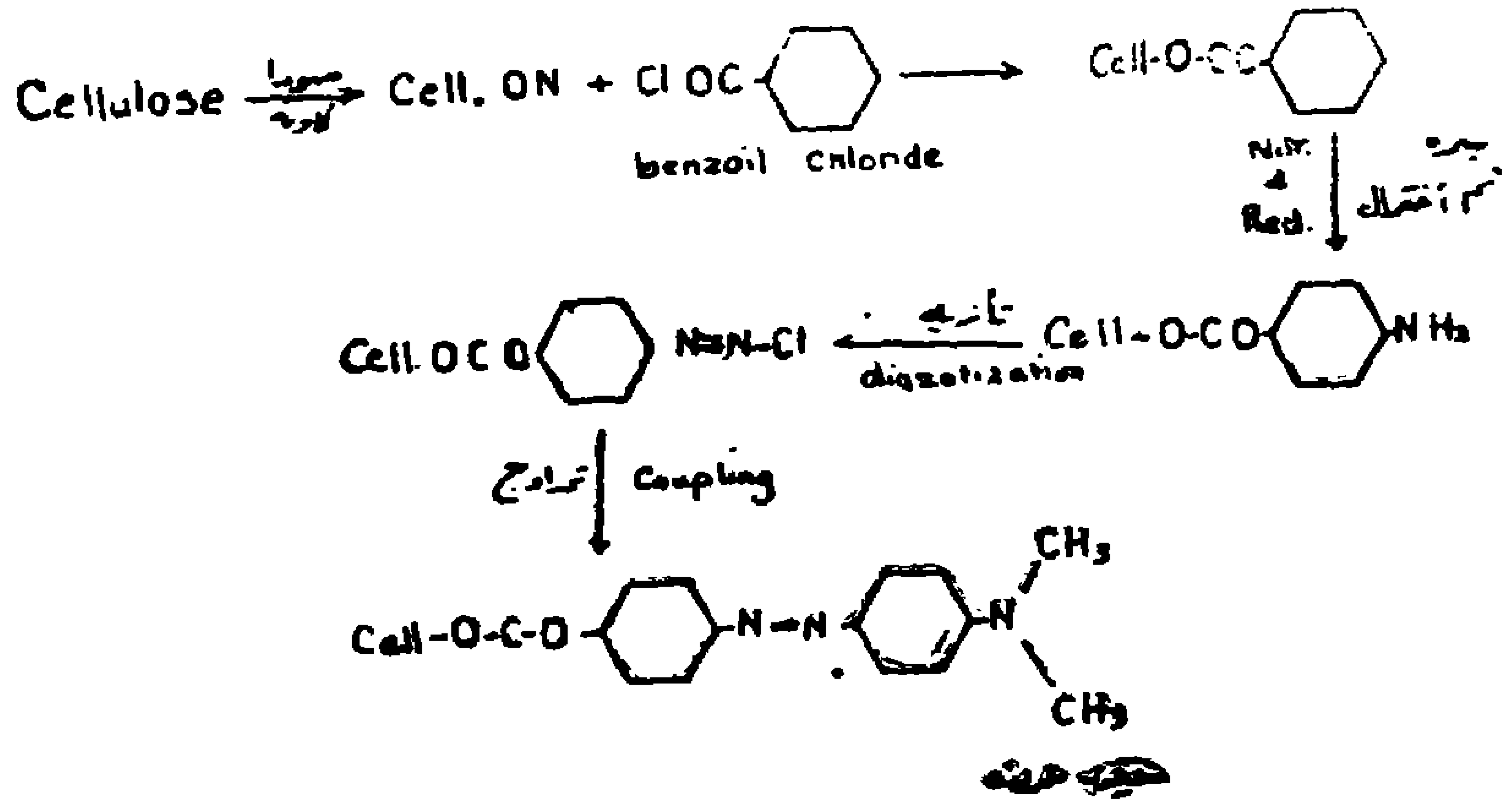
اما بالنسبة لمركبات النافتول ذات القابلية العالية للخامة فانه يصعب ازالتهـــــا كليـــــا .

الفصـــــل الخــــامس

الصـــــبغات النشـــــطة

REACTIVE DYES

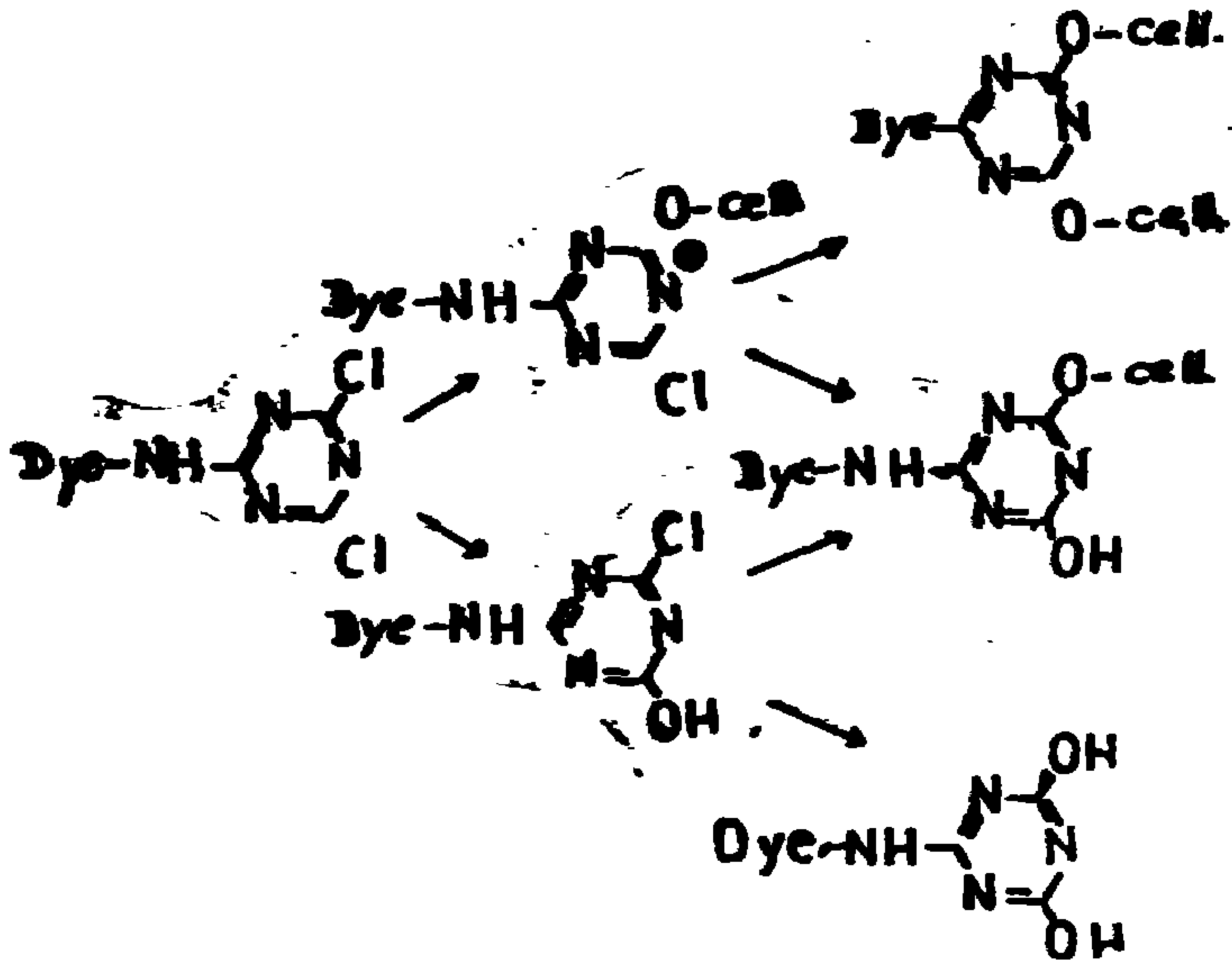
كانت فكـرة تكوين مجموعـة لونيـة على السليلوز بواسـطة رباطات كيميائية من الافكار التى الهبت خيال الكيميائين لسنوات طويلة حتى استطاع العالمان كروس وبيفين (Cross and Bevan) عام ١٨٩٥ الحصول على سليلوز ملون عن طريق معالجة السليلوز كيميائيا ليصبح قابل للاسترة مع جـــزىء ملـــــــون .



تلت هذه المحاولة عدة محاولات اخـرى لربط الصبغـة بالشـعيرات السليلوزية عن طريق رابطة تساهمية (Covalent) ولقد امكن فى بعض الحالات الحصول على هذا الارتباط ولكن كانت تتم تحت ظروف قاسية كان ينتج عنها تحلل شديد للخامة ولقد تحقق أول استخدام تطبيقي لهذه المحاولات

عندما استطاع كلا من راتى وستيفن (Rattee and Stephcn) من شـــركة (ICI) عام ١٩٥٤ اكتشاف الطريقة التى يمكن بها للصبغات التى تحتوى على مجموعات ثنائى كلوروالترايزين (Dichloro-triazinyl groups) أن تتفاعل مع الشعيرات السليلوزية فى وسط قلوى وتحت ظروف تشغيل معتدلة ولقد أدى اكتشافهما الى انتاج مجموعة الصبغات النشـــطة المعروفة باسم بروشيون (Procion) عـــام ١٩٥٦ التى تحتوى على مجموعات ثنائى كلورالترايزين مرتبطة بجـــزيئات الصبغة عن طريق رباطات ايمـــين (—NH—)

وتختلف فصيلة الصبغات النشطة عن باقى فصائل الصبغات الاخرى فى أنها تكسب المصبوغات درجة ثبات مرتفعة ضد الغسيل والبلل عن طريق تفاعلها كيميائيا مع الالياف بعكس الحال فى معظم الصبغات الاخـــرى التى تكتسب خاصية ثباتها عن طريق تحويل جزيئاتها الذائبة الى الصورة الغير ذائبة بعمليات مختلفة مثل الاكسدة كما فى صبغات الاحواض أو التماســـك بواسطة ذرات بعض المعادن كما فى حالة صبغات الكروم أو باتحاد مجموعتين ذائبتين لتكوين جزىء ملون غير ذائب كما فى حالة الصبغات الازوك . الا أن من نقاط الضعف لهذه المجموعة هو قابلية الصبغة للتفاعل مع المـــاء تحت ظروف التشغيل العادية . ففى حالة صبغات البروشيون مثلا نجد أن تحت ظروف التشغيل المناسبة فان كلا من ذرتى الكلور يمكن أن تســـتبدلا ولكن ذرة الكلور الثانية تتفاعل بدرجة اقل من الاولى ويتم التفاعل مع مجموعات الهيدروكسيل فى السليلوز وكذلك مع الماء الموجود فى الحمام فى الوسط القلوى وهناك خمســة نواتج للتفاعل يمكن أن تتم بين الصبغة وكلا من الســـليلوز والماء كما هو مبين فى المعادلات الآتيــــــة :



ونسبة كلا من هذه النواتج تختلف حسب خصائص الصبغة المستخدمة وظروف التشغيل ولكن فى حالة الصبغات التجارية فانه يمكن الحصول على درجة عالية من الرباطات بين الصبغة والالياف السليلوزية .

وصبغات البروشيون (Procion) من هذا النوع والتى تعرف بالبروشيون م (Procion M) ذو درجة نشاط عالية ولذلك يمكن استخدامه على البارد بطرق صباغة متعددة الا ان من عيوب درجة نشاطها العالية هو تحللها بالماء فى وجود القلوى اثناء استخدامها فى عجينة الطباعة وينتج عن ذلك اختلاف فى عمق اللون وانخفاض فى درجة الثبات ولقد ظهرت بعد ذلك مجموعة جديدة من الصبغات وهى (Procion H) عام ١٩٥٧. وتتركب من مشتقات احادى كلورو الترايزين (manochlorotriazine) التى لها ثبات أعلى فى الوسط القلوى لتصلح فى عمليات الطباعة وكذلك فى الصباغة ويتم التفاعل فى وسط قلوى قوى وعند درجة حرارة ٦٠م على الاقل وفى حالة الطباعة يتم التثبيت عادة بالبخار على أن تستبعد المعاجين التى أساسها النشا أو من كربوهيدرات نشطة حتى لا تتفاعل مع الصبغة .

والصبغات النشطة لها قابلية مختلفة للالياف السليلوزية وتلعب هذه القابلية دورا هاما فى الاستخدامات المختلفة فمثلا فى حالة الصباغة فيجب أن تكون القابلية كافية لادمصاص الصبغة على الالياف ولكن ليست بدرجة عالية لتسبب صعوبة فى عمليات غسيل الجزء المتحلل بالتفاعل مع المـاء من على الالياف والذى قد يتراوح بين ١٥ ــ ٤٠٪ ــ حيث أن وجود صبغة غير مثبتة مع الالياف تقلل من الثبات ضد الغسيل ويؤدى الى نضوح اللون وتكوين بقع، وفى حالة الطباعة فانه يفضل ان تكون القابلية اقل ما يمكن .

المجموعات النشطة وتقسيمها من حيث تفاعلها مع السليلوز

يمكن تعريف الصبغات النشطة بأنها صبغات كل منها تحتوى على مجموعه او اكثر من المجموعات النشطة التى تتحد كيميائيا مع الاليـاف السليلوزية فى وسط قلـــوى .

ويتكون جزىء الصبغة النشطه من مجموعتين اساسيتين :

أ ــ **جزىء الصبغة نفسها (جسمها) ويسمى بالكروموفور ، او حامل اللون ،** ويحتوى على مجموعة أو اكثر من مجاميع الازو (Azo) عديد الازو (Polyazo) ، انثراكينون (Anthraquinone) او صبغة أحواض عادية (Vat) كما تحتوى على مجوعة او اكثر تساعد على الذوبان فى الماء مثل مجموعات الكربوكسيلك او السلفونيك

ب ــ **الجزء النشط ،** وهو الذى يحدد الطريقة التى يحدث بها التفاعل الكيميائى مع السليلوز كما انه يلعب دورا هاما فى مدى ثبات الصبغة ضد الغسيل والبلل .

ويرتبط الجزءان ببعضهما برابطة كيمائية ، ككوبرى (bridge) لوصلهما معا مكونا مجموعة كيميائية مثل مجموعة —NH— وهذه تساعد على ثبات اللون .

ميكانيكية تفاعل الصبغات النشطة مع السليلوز

يتم التفاعل بين الصبغات النشطة والسليلوز بطريقتين :

أ — التفاعل بالاستبدال (Substitution Reaction)

ب — التفاعل بالاضافة (Addition Reaction)

جـ — التفاعل عن طريق مواد تكون رباطات عرضية .

وتتوقف طريقة التفاعل على نوعية المجموعة النشطة الموجودة فى جزىء الصبغة كما سيأتى بالتفصيل

ا — الصبغات النشطة التى تعتمد على التفاعل بالاستبدال

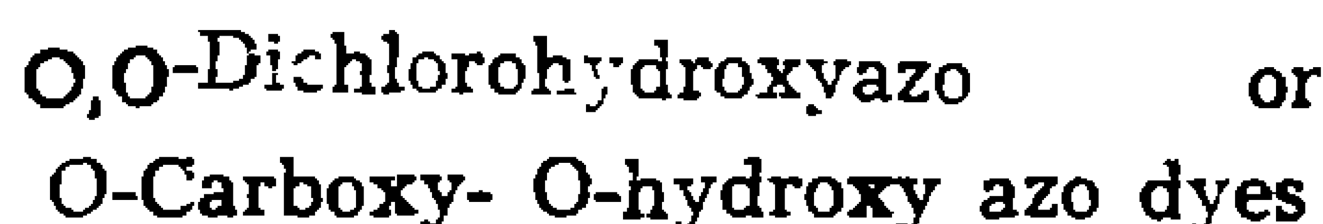
Reactive Dyes based on Nucleophilic Substitution

مشتقات الترايزنيل . (Triazinyl Derivatives)

استخدمت حلقة الترايزين ككرموفور فى تصنيع الصبغات المباشرة عن طريق تفاعل كلوريد السيانيورك مع اثنين أو ثلاثة جزيئات من صبغات بها مجموعات امينية ولقد أمكن تحضير صبغات نشطة تعتمد على احادى كلورو او ثنائى كلورو الترايزين بنفس الاسلوب السابق ولكن على مرحلتين فقط بحيث توجد على الاقل ذرة كلور نشطة فى المنتج النهائى .

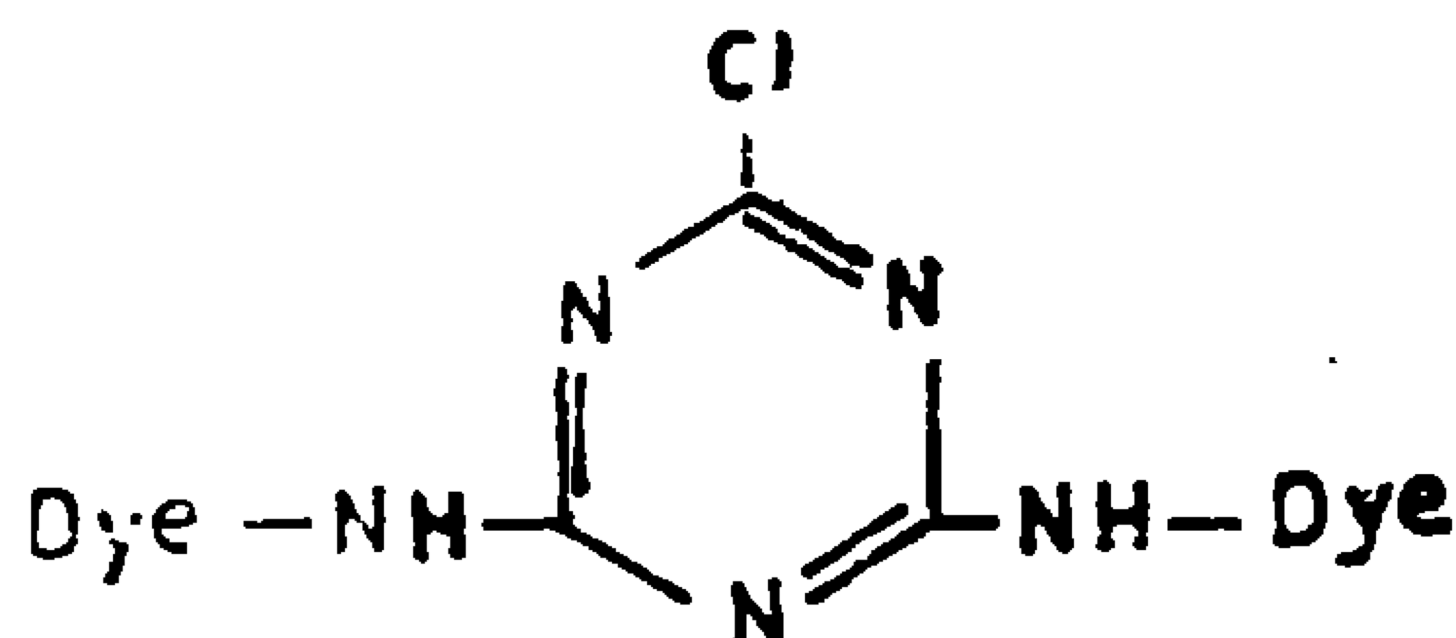
ومشتقات ثنائى كلور الترايزين يحصل عليها من صبغات تحتوى على مجموعة امين اولية او ثنائية بالتفاعل مع نسبة متساوية من كلوريد السيانيورك ، اما الصبغات التجارية فتشتق اساسا من مجموعة الازو والانثراكينون والفيثا لوسيانين

(Phthalocyanine) وصبغات الانثراكينون تتيح أساسا الالوان الزرقاء الزاهية والوان فيثالوسيانين التركواز الزاهى اما الالوان الخضراء فتشتق من تركيبات تحتوى على خليط من كرموفورات الانثراكينون والاستلبين او الانثراكينون والازو او الفيثالوسيانين والازو والبقية من الالوان فتشتق أساسا من مجموعة الازو ، والالوان البنى الغامق او الاسود فيستخدم فى تحضيرها المركبات المعدنة المعقدة (Metal-Complex) وغالبا ما تكون كالآتى :



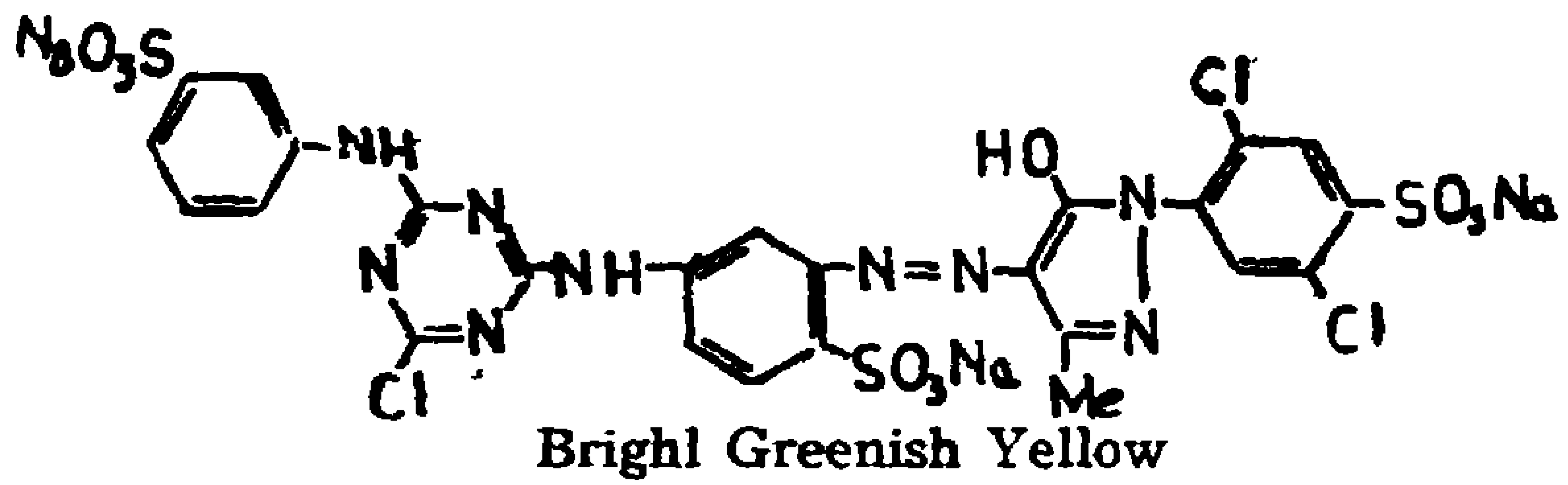
وبالرغم من وجود العديد من الصبغات النشطة من ثنائى الازو وعديد الازو فى المراجع العلمية الا ان قابليتها للالياف السليلوزية غالبا ما تكون عالية جدا وغير مرغوب فيها ، وان اغلب الصبغات التجارية تحتوى على مجموعة ازو واحدة .

والصبغات النشطة من النوع احادى كلورو الترايزين كالموضحة ،



ليست ذو اهمية كصبغات نشطة لان قابليتها للسليلوز عموما مرتفعة جدا الا ان هناك صبغات مناسبة يمكن الحصول عليها باحلال احدى ذرات الكلور بمجموعة ثابتة (non-mobile) مثل مجموعات amine ، aryloxy ، alkoxy وكذلك مشتقات السلفوانيلين (m,P -sulphoaniline) التى تساعد على زيادة مجموعات الاذابة فى الجزىء .

وصبغات البروشيون لها مجموعات متكاملة من الالوان فى كل من Procion M and H وهناك ايضا مجموعة الصـــبغات التى تعتمد على احادى كلور الترايزين لشركة سيبا انتجت عام ١٩٥٧ وتعرف باسم سيبا كرون - (Cibacron) وفيما يلى نبين بعض الامثلة لصبغات هذه الشركات ٠

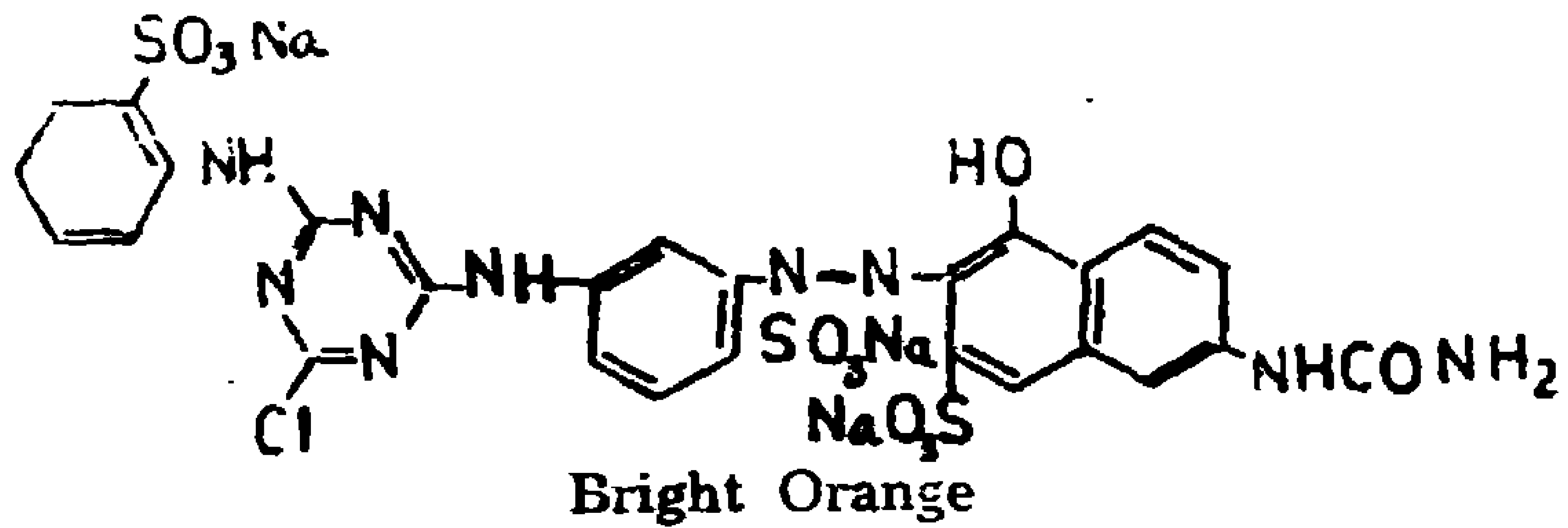


Brighl Greenish Yellow

Procion Brilliant Yellow H-SG (I.C.I)

Cibacron Brilliant Yellow 3 G (CIBA)

(C.I Reactive Yellow 2)



Bright Orange

Procion Brillianl Orange H—GR (I.C.I)

Cibauon Brilliant Orange G (CIBA)

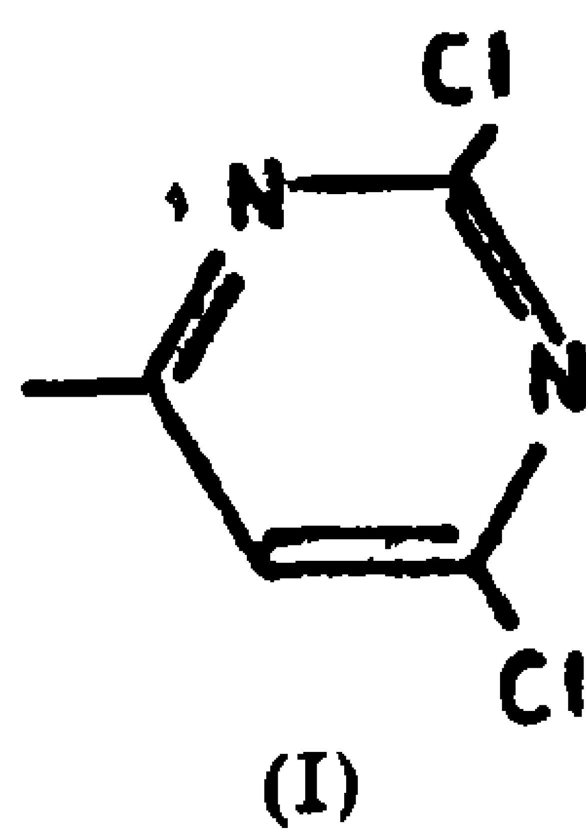
(C I Reactwe Orange 2)

وصبغات احادى كلورو الترايزين تتحمل التخزين لمدد طويلة بينما ثنائى كلورو الترايزين يمكن ان تتحلل بالرطوبة مكونة كلوريد الهيدروجين خاصة عند انخفاض درجة الاس الهيدروجينى حتى تصل الى قروتها عند ٦ر٤ ولكن يمكن تحسين مقاومة الصبغة من هذا النوع عن طريق التخزين الجـــاف او

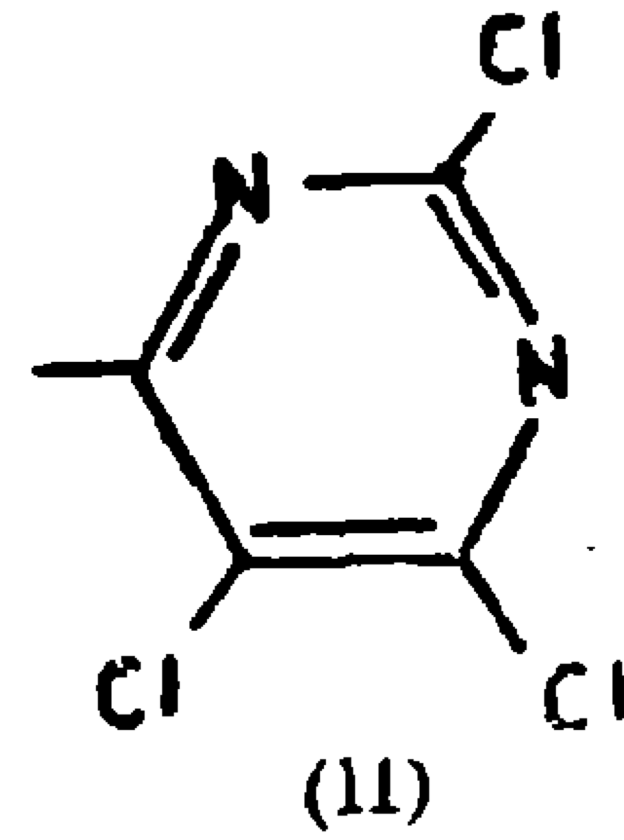
باضافة مادة صدامة (bufler) مثل خليط من فوسفات البوتاسيوم احادية وثنائية الهيدروجين

وقد حاولت بعد ذلك عدة شركات استخدام تركيبات عديد الهالجين الحلقية (Polyhalogeno heterocyclic) بدلا من مشتقات ثنائى كلورو الترايزين وكانت من نتيجة هذه البحوث ظهور مجموعة ثنائى كلورو البريميدين (2,4-dichloropyrimidinyl) (I)

وبعد ذلك ظهرت صبغات تحتوى على مجموعة ثلاثى كلورو البريميدين (2,4,5-trichloropyrimidinyl) (II) لشركتى جايجى (Geigy) وساندوز (Sandoz) تحت الاسماء التجارية الاتية على التوالى الدريمارين ((Drimarin)) والراكتون (Reactone)



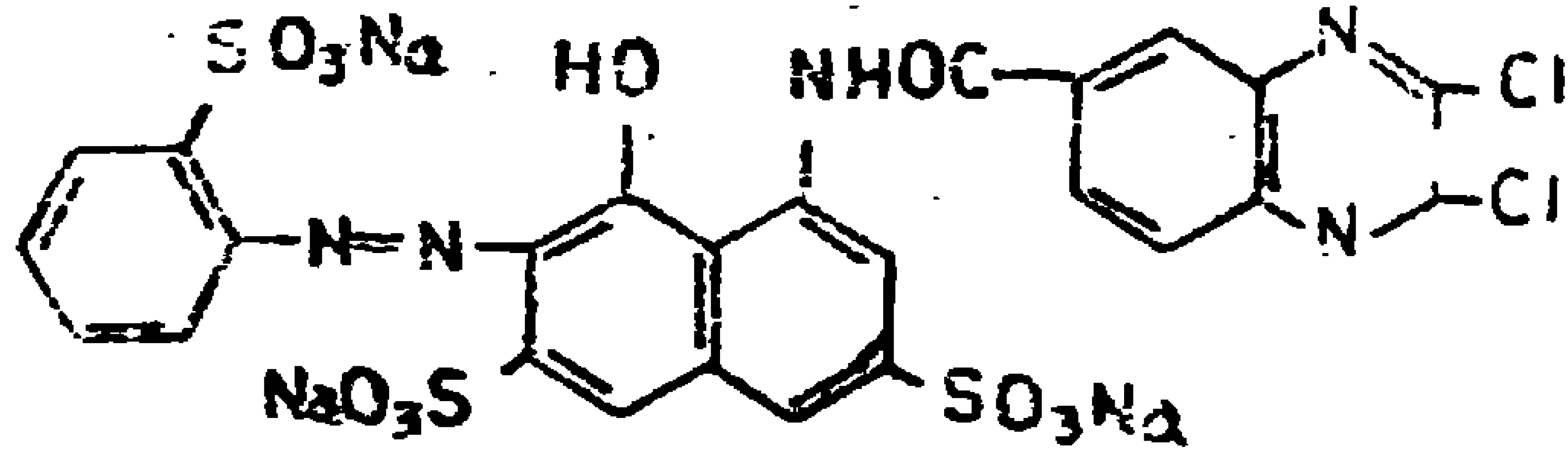
(I)



(II)

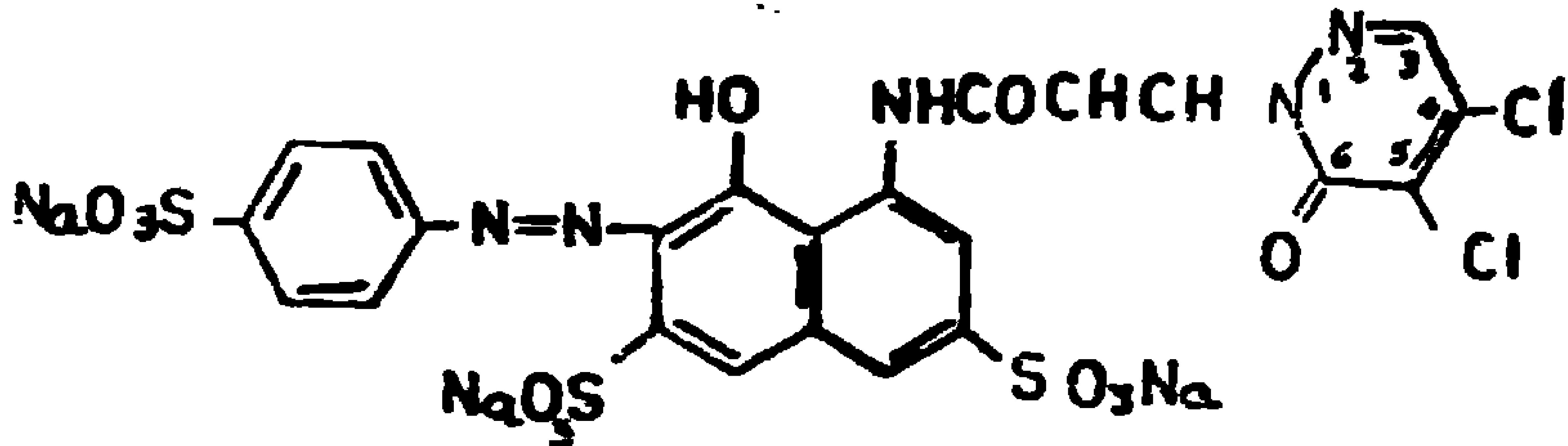
ففى المركب (I) توجد ذرة كلور نشطة واحدة بينما فى المركب (II) يوجد ذرتين كلور فى الوضع ٢ ، ٤ نشطتين تحت ظروف التشغيل المناسبة . ودرجة نشاط هذه المجموعات اقل منها فى حالة صبغات ثنائى كلورو الترايزين وبالتالى فان طرق الصباغة على البارد لا تصلح فى هذه الحالة انما يمكن الحصول على أحسن استخدام لها فى الطباعة وبطرق الصباغة المستمرة على الساخن .

وفى عام ١٩٦٢ انتجت شركة باير مجموعات نشطة تعتمد على مركبات مهلجنة مثل مجموعة الليفافكس E (Levafix) حيث تحتوى على المجموعة النشطة ثنائى كلوروكينواوكسالك (2,3-dichloroquinoxalic) . مرتبطة بالكرموفور عن طريق مجموعة كربونيل فى الوضع ٦ كالصيغة الموضحة الاتية



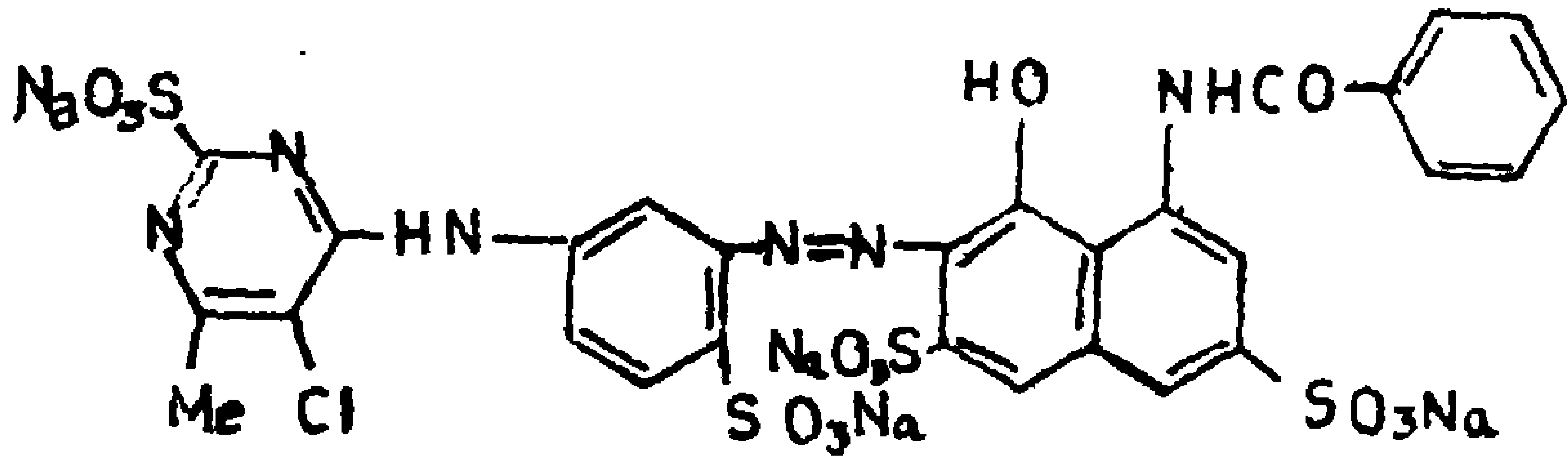
ونشاط مجموعة الليفافكس E تقع بين أحادى وثنائى كلوروالترايزين ويمكن استخدامها عند حوالى ٤٠°م ولها درجة ثبات عالية فى الوسط القلوى وتصلح فى الطباعة وعند استخدامها فى الصباغة بطريقة الغمر والتخـزين (Pad-batch) عند ٢٥°م فان ذرة كلور واحدة هى التى تتفاعل بينما عند التبخير عند ١٠٣°م أو التحميض عند ١٤٠°م فان ذرة الكلور الثانية يمكن أن تستبدل بسهولة وهناك بعض صبغات الكافاليت (Gavalite) لشركـة دى بونت (Du Pont) تعتمد ايضا على هذا النظـام .

وانتجت بعد ذلك شـركة بادش (BASF) مجمـوعة البـريمازين (Primazin p) التى تحتوى على نظام نشط يعتمد على ثنائى كلورو البريدازون (4,5-dichloro, 6-pyridazone) والذى يرتبط عادة بالكرموفور عن طريق NHCO CH2 CH2-- ومثال لهذا التركيب والذى يمثل احدى الصبغات النشطة الحمراء هو كما يلى :



وتمتاز هـذه المجموعة بدرجة ثبات عالية فى عجينة الطبـاعة بجانب قابليتها المنخفضة للخامة ، وتلت هذه المجموعة مجموعة حديثة مشابهة للـ Procion والـ (Cibcron) والخاصة باستنفاذ الصبغة اثناء عملية الصباغة وتسمى هذه المجموعة باصباغ (Basilene) .

وهناك ايضا مجموعة الليفافكس P (Levafix P) لشركة باير (Bayer) التي تعتمد على مجموعة ميثيل سلفونيل (Methyl Sulphonyl) كما في المثال الاتى الذى يعطى لون أزرق محمر على القطن بالصباغة او الطباعة .



والصبغات التي تحتوى على Dichlorophthalazine Residues قد استخدمت على المستوى التجارى فى بعض أفراد مجموعة الراتكس (Reatex) وكذلك مجموعة اليزين (Elisiane) لشركة Francolor وكذلك مجموعة سوليدازول (Solidazol) لشركة كاسيلا (Cassella)

٢ ـ الصبغات النشطة التي تعتمد على التفاعل بالاضافة

Reactive Dyes based on Neucleophilic Addition

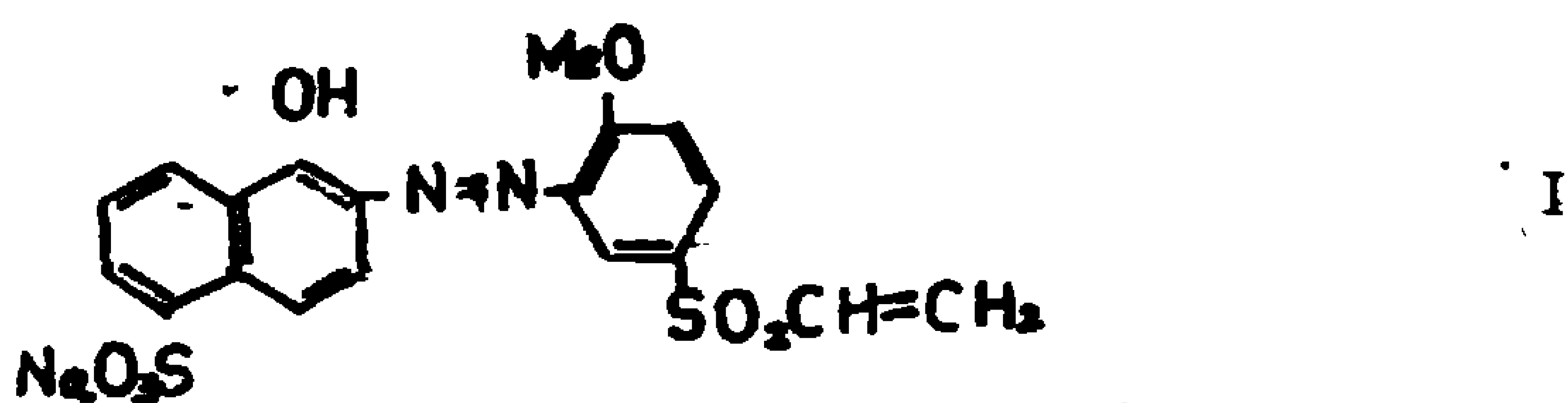
فى عام ١٩٤٩ ــ ١٩٥٠ قدمت شركة هوكست بالمانيا (Hoechst) عدة مجموعا تنشطة لتصنيع الصبغات النشطة وهما :

مجموعة الفينيل سلفون (I) Vinyl Sulphone

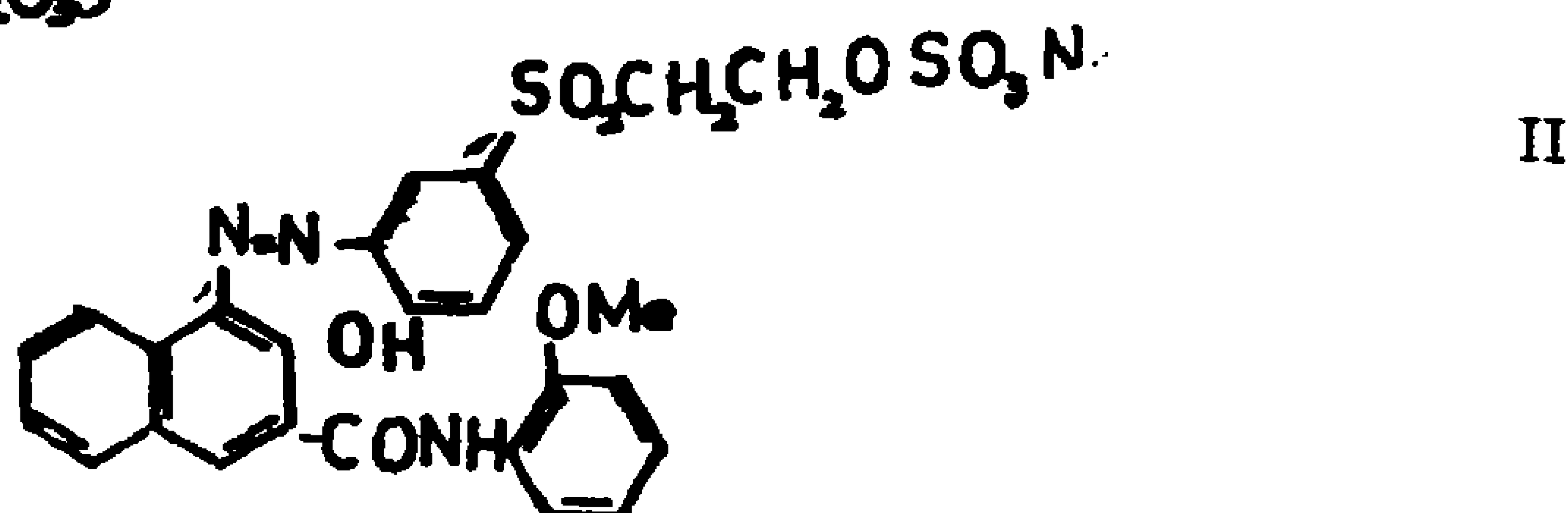
مجموعة سلفينو ايثيل سلفون (II) Sulphato ethyl sulphone

مجموعة كلورو ايثيل سلفون (III) -Chloro ethyl sulphone

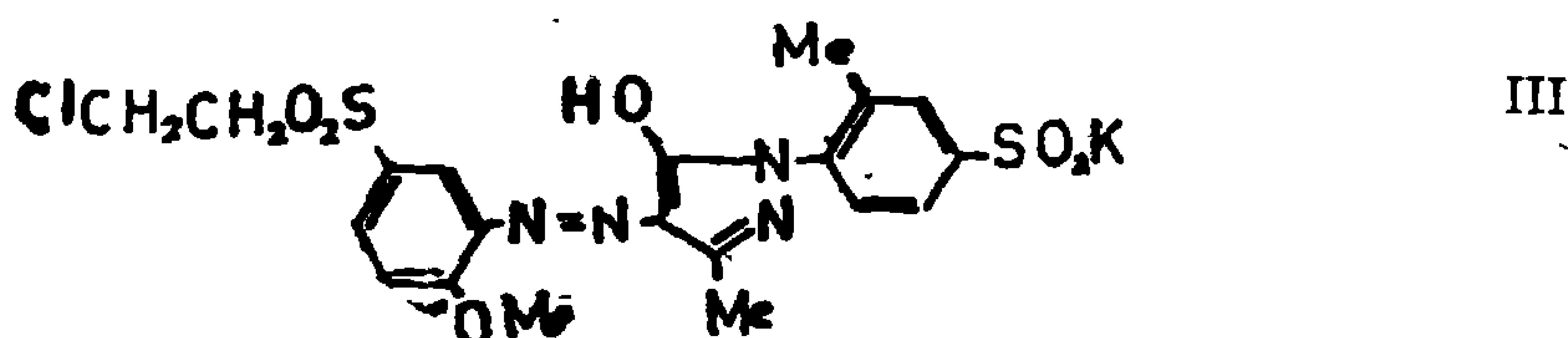
ذات التراكيب الكيمائية التالية على التوالى :



I



II

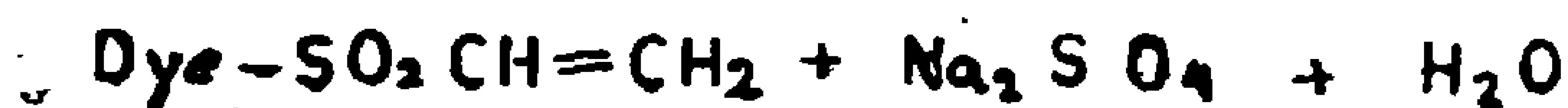


III

وظهرت مجموعة الريملات (Remalan) لنفس الشركة فى اوائل الخمسينات (١٩٥٠) وتعتمد على واحد او اكثر من المجموعات المذكورة وكانت تستخدم للصوف أو النايلون بنجاح ، وبعد ظهور صبغات البروشيون لشركة (I.C.I) فقد استخدمت شركة هوكست صبغات الفينيل سلفون على القطن وظهرت سريعا صبغات الريمازول (Remazol) لهذا الغرض وكانت تعتمد على مجموعة سلفتوميثيل سلفون (II) التى تتفاعل فى الوسط القلوى مع السليلوز على خطوتين كما فى المعادلات :



$$Dye-SO_2CH_2CH_2\ OSO_3Na \longrightarrow$$



$$Dye-SO_2CH=CH_2 + Na_2SO_4 + H_2O$$

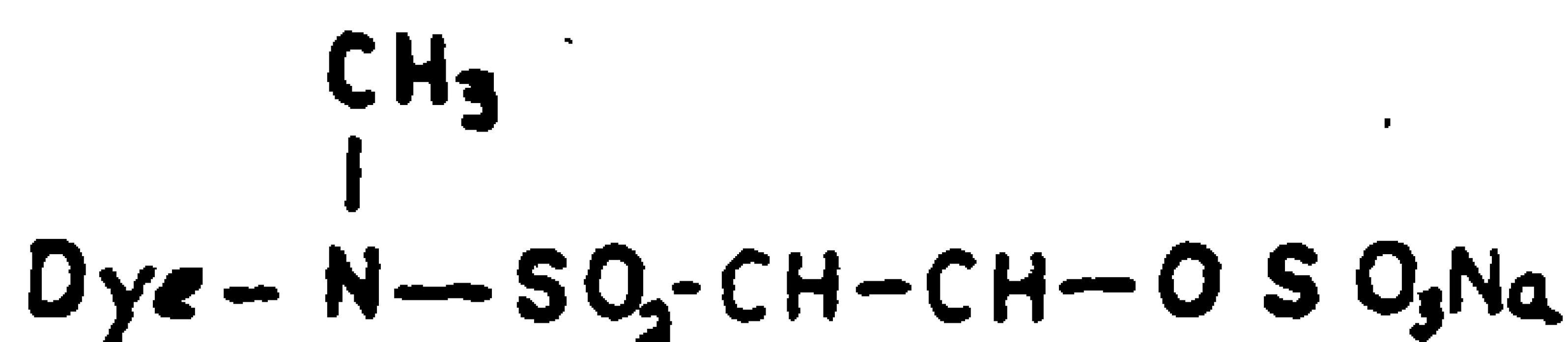


$$Dye-SO_2CH=CH + HO-Cell. \longrightarrow$$



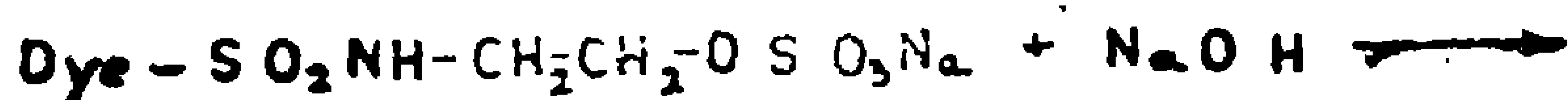
$$Dye-SO_2CH_2-CH_2O-Cell.$$

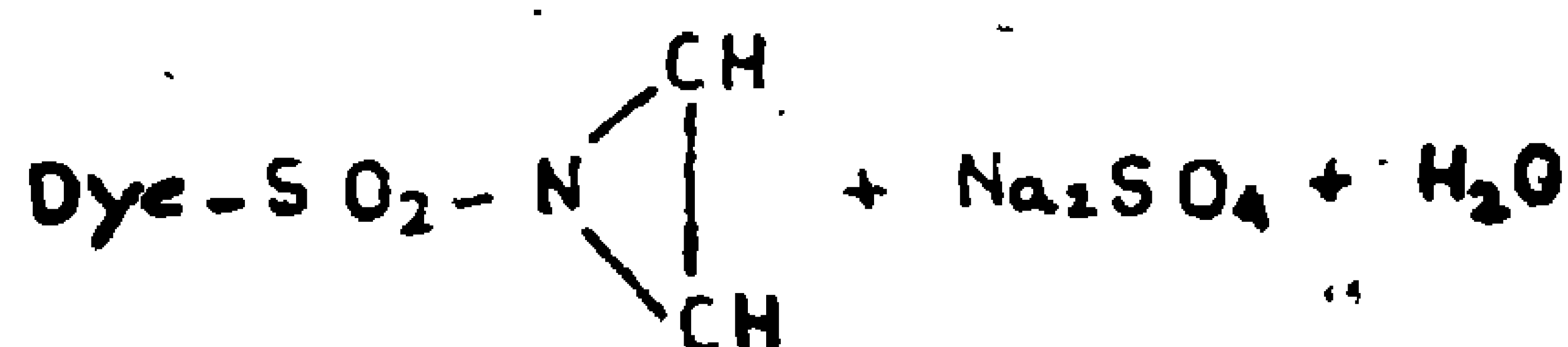
وفى عام ١٩٦٤ ظهرت لنفس الشركة مجموعة الريمازول (Remazol) D) التى لها تركيب عام فى هذه الصورة

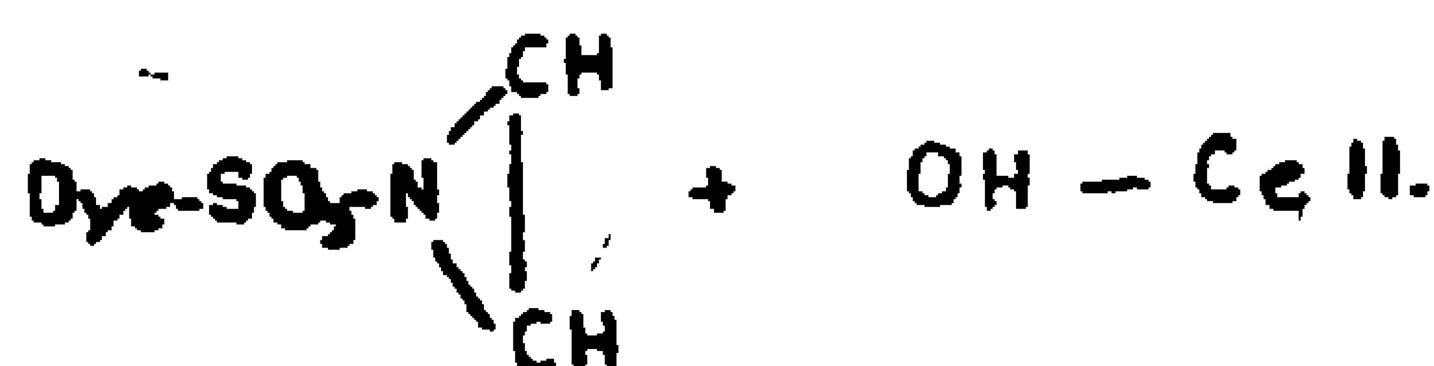


ووجود رابطـــة الميثيل ايمين (methylimino) تسبب خفض لدرجة نشاطه وبالتالى يصبح أكثر ملائمة لعمليات الطباعة .

وهناك أيضا مجموعة البرمافكس (Permafix) لشركة باير (الذى تغير اسمها فيما بعد واصبح ليفافكس (Levafix) ، وهذه الصبغات تحتوى عـلى مجموعات سـلفيتو ايثيلامين سـلفونيـل Sulphato ethylamino sulphonyl) والتى يعتقد انها تتفاعل مع السليلوز على خطوتين كالآتى :









وتمتاز صبغات الليفافكس بانها يمكن أن ترتبط بالالياف بعدة طـرق وربما هذا يشير الى درجة ثباتها العالى .

وصـــبغات البريمازين (Primazine Dyes) لشـــركة بادش (BASF) لها تركيب عام Dye-NHCOCH₂CH₂OSO₃Na ودرجة نشاطها يشابه مجموعات الريمازول والليفافكس عـدا طبيعة الربط مع الكرموفور وتتفاعل صبغات البريمازين مع السليلوز فى الوســط القلوى كما فى المعادلة الآتيـــة :


(1). Dye—NHCOCH$_2$ CH$_2$OSO$_3$Na + NaOH ⟶


Dye—NHCOCH = CH$_2$ + Na$_2$SO$_4$ + H$_2$O


(2) Dye—NHCOCH = CH$_2$ + HO—Cellulos ⟶


Dye—NHCO CH$_2$ CH$_2$—O— Cell.

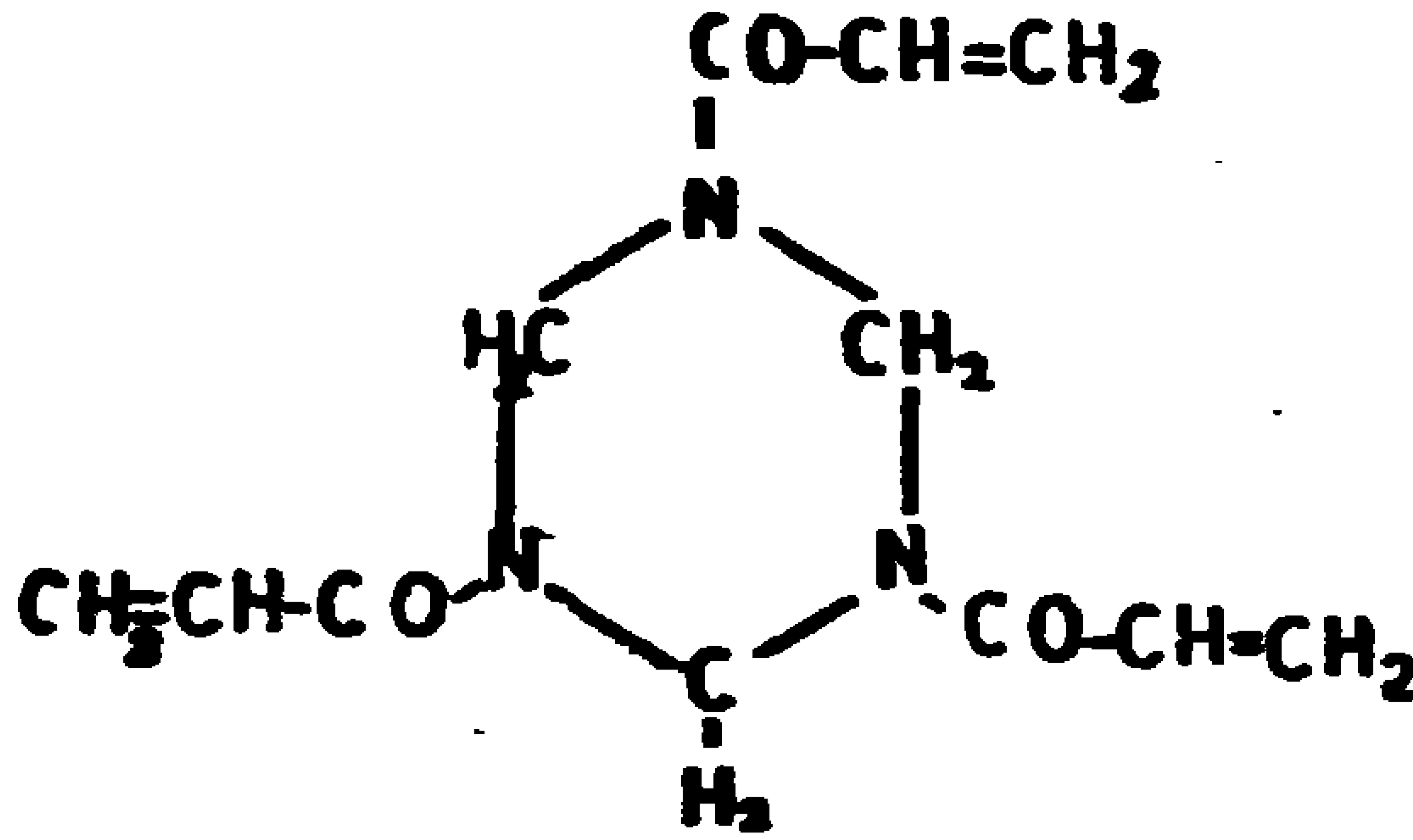
وبالتالى فهو يماثل فى ذلك مجموعات الريمازول .

وفيما سبق نجد أن الصبغات النشطة التى تتفاعل مع السليلوز بالاضافة تكون مشتقات من نوع رباط الاثير (Ether — type derivatives) التى هى عموما تتحمل الوسط الحامضى أحسن من الوسط القلوى .

٣ — الصبغات النشطة التى تعتمد على مواد تكون رباطات عرضية

Reactive Dyes Based on the the use of a Cross-linking Agent

انتجت شركة بادش (BASF) فى عام ١٩٥٦ صبغات البازازول (Basazol) التى تستخدم للالياف السليلوزية بالاستعانة بمواد متعددة تكوين الرباطات العرضية (Polyfunctional Cross-linking agent) والصبغات التى تستخدم تحتوى على مجموعات قابلة (nucleophilic) مثل —NH$_2$, NHalkyl , —SO$_2$ NH$_2$, —OH,—SH او —COCH$_2$ COCH$_3$ التى لا تتفاعل مع السليلوز او الماء والمواد المساعدة هذه كثيرة اما المواد المناسبة فهى تلك التى تحتوى على اثنين او اكثر من ذرات الكربون ذات الشحنة الموجبة ، ومن هذه المواد المفضلة 1,3,5-triacrylol -hexa hydro, -5 triazine التى تباع تحت اسم مواد التثبيت P (Fixing agent P) شركة بادش وصبغات البازازول قد صممت خصيصا لعمليات الطباعة وذلك للتغلب على مشكلة تحلل الصبغة اثناء وجودها فى عجينة الطباعة فى وجود القلوى ففى هذه الحالة يمكن الحصول على درجة عالية من التثبيت للصبغة على الخامة تحت ظروف التشغيل المناسبة ، اما الجزء المتحلل من المادة الوسيطة فانه لا يؤثر على درجات الثبات بجانب أنه رخيص الثمن .



Fixing agent

مقارنة عامة بين النظم النشطة المختلفة
General Comparison of Reactive Systems

لقد كان لظهور العديد من الصبغات النشطة على المستوى التجارى فرصة لظهور خواص عديدة ومتنوعة للمجموعات النشطة المختلفة للصبغات المعروضة التى تختلف فى درجة نشاطها وثباتها فى المحلول وثبات الرباط بين الصبغة والشعرة كذلك القدرة على التثبيت وسهولة ازالة الصبغات المتحللة من على الخامة ولقد نشر فولر ومرشال (Fowler and Marshall) تدريج يشير الى النشاط النسبى للمجموعات المختلفة كما فى الترتيب التصاعدى الآتى :

Acryloylamine, Chloropyrimidine, Monochlorotriazine
Vinyl Sulphone, Dichloroquinoxaline, Dichlorotriazine

وصبغات البريميدين المهلجنة (Halogen Pyrimidinyl) تكون رباط مع الشعرة له مقاومة عالية للتحلل فى القلوى اما الرباط المتكون بين صبغات من نوع الفينيل سلفون يمكن ان يتكسر بسهولة بواسطة المعالجات التى تجرى فى وسط قلوى وبالنسبة لصبغات البريمازين والليفافكس التى تحتوى على مجموعة $-CH_2CH_2OSO_3Na$ مرتبطة بالكروموفور بواسطة مجموعات السلفونميد (Sulphonamide) والكربوناميد (Corboramide) على التوالى فان الرابطة المتكونة تكون اكثر ثباتا مع الشعرة ولكن درجة

نشاطها اقل من رباط السلفون الموجود فى صبغات الريمازول .

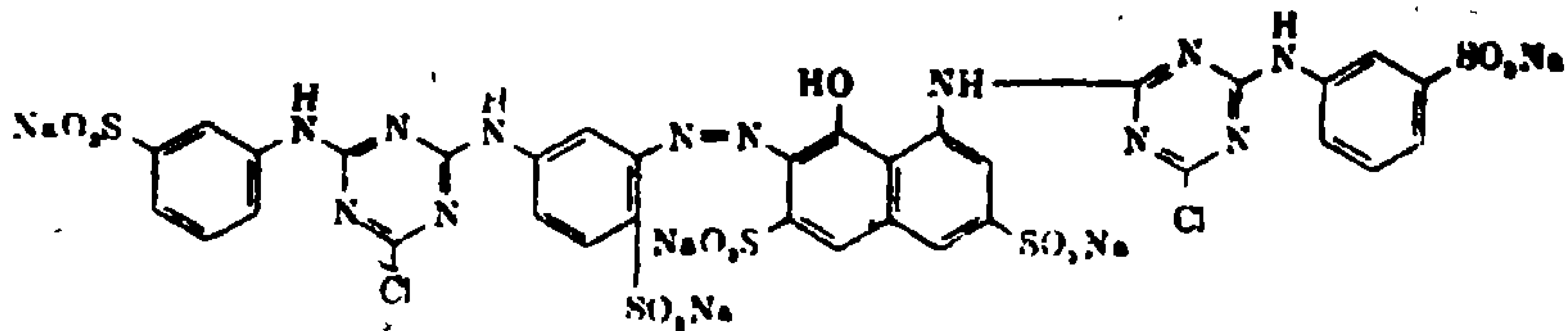
وصبغات احادى وثنائى كلوروالترايزين فلها ميزة هامة وهى سهولة تحضيرها ورخص ثمن مادة كلوريد السـيانيورك التى ينتج منها الصبغات النشـــــطة .

الصبغات النشطة ذات درجات التثبيت العالية
Reactive dyes with high fixation properties

معظم الصبغات النشطة التى قد سبق الاشارة اليها تتعرض الى درجة عالية من الفقدان بسبب التحلل أثناء الاستعمال وغالبا مايصـــل الفاقد الى حوالى ٣٠٪ وهذا بطبيعة الحال يضـــاف الى تكلفة عملية الصـــباغة وفى السنوات القليلة الماضية فقد ظهر العديد من براءات الاختراع التى تشـــير الى صبغات ذات قـــدرة ثبات عالية والتى تعتمد على وجـــود مجموعتين نشطتين ، ففى حالة مجموعات ثنائى كلوروالترايزين وعديد الهالجين الحلقى (Polyhalogeno heterocyclic systems) فانهـــا تحتويـــا عـــلى ذرتين كلور نشطتين ولكن هاتين الذرتين تختلفا فى درجة نشاطهما وبالبحث عن صبغات لها خصائص ثبات عالية فقد اختبر منتجوا الصبغات نوع يحتوى على مجموعتين نشطتين مرتبطتين بجزىء الصبغة على مسافة بينهما وعادة لهما نفس درجة النشاط بالرغم من أنهما فى بعض الاحوال يكونا مختلفتين كيميائيـــــا .

وبالرغم من أنه لم ينشر حتى الان دراسة مرتبة عن هذا، الا أن وجود مجموعة نشطة اضافية سوف يضمن أن معظم الصبغة سوف ترتبط بالشعرة باحدى المجموعات على الاقل وبالتالى فاذا كان على سبيل المثال،نسبة الجزء المتحلل من كل مجموعة نشطة حوالى ٣٠٪ فربما يكون الفاقد بالتحلل من المجموعتين النشطتين حوالى ٩٪ فقط وبالمثل فاذا كان نسبة التحلل ٢٠٪ فهذا سوف يؤدى الى فاقـــد ٤٪ فقط ومع ذلك ، ولكل المعايير فان وجـــود مجموعتين نشطتين من الناحية التكنولوجية سيكون مفيدا .

ومن أمثلة الصبغات ذات الثبات العالى المثال الآتى وهو لصبغة زرقاء محمر والذى يقال انه يثبت على الشعرة الى حوالى ٩٥٪ .



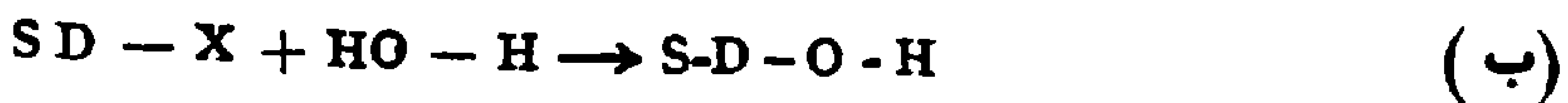
وقد ظهرت احدى المجموعات ذات الثبات العالى لاستخدامات الطباعة فى السوق لشركة (I.C.I) تحت الاسم التجـــارى (Procion Supra) وبالمقارنة بالصبغات النشطة السابقة فان هذا النوع يعتبر اقتصـــاديا فى الاستخدام ليس فقط لان الفاقد منخفض ولكن نتيجة لخفض استهلاك المـــاء والبخـــار والمـــواد المنظفـــة .

صباغة الالياف السليلوزية بالصبغات النشطة

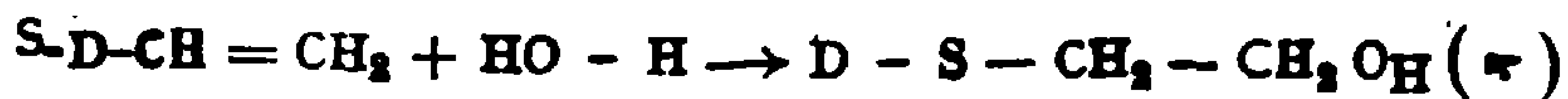
مما سبق نجد ان الصبغات النشطة تتفاعل مع الالياف السليلوزية عن طريق مجموعة الهيدروكسيد مكونة رابطة تساهمية (Covalent) يؤول اليها ثبات الغسيل والبلل التى تمتاز بها هذه الصبغات وفى نفس الوقت نجد ان هذه الصبغات تتفاعل مع مجموعة الهيدروكسيل الموجودة فى الماء سواء كانت صبغات تتفاعل بالاستبدال او الاضافة مكونة اصباغ متميئة لا تصـــلح لصباغة السليلوز كما فى المعـــادلات :



$$S - D X + HO - Cell \longrightarrow S\text{-}D\text{-}O\text{-}Cell \quad (أ)$$



$$SD - X + HO - H \longrightarrow S\text{-}D - O - H \quad (ب)$$



$$S\text{-}D\text{-}CH = CH_2 + HO - H \longrightarrow D - S - CH_2 - CH_2\,OH \quad (ج)$$

حيث ان S تمثل مجموعة الاذابة فى جزىء الصبغة النشطة .

هذه الصبغات المتميئة ذات قابلية منخفضة للالياف السليلوزية وثبات منخفض للغسيل والبلل ويلزم ازالتها جيدا اذا تكونت للمحافظة على درجات الثبات العالية للغسيل والبلل ٠

والتفاعل بين الصبغات النشطة والماء يحدث بمعدل منخفض أقل من التفاعل بين الصبغة والسليلوز . ومعدل نفاذ الصبغات النشطة فى السليلوز عالية ، ومعدل النفاذ ومعدل تكوين الصبغات المتميئة مع الماء تتزايد فى كلا الحالتين عند رفع الحـــــــرارة .

لذا فعند استخدام الصبغات النشطة على الالياف السليلوزية للحصول على صباغة متجانسة ربما تكون مثل الصبغات الاخــرى ، مثل الصبغات المباشرة مثلا (والتى لها قابلية منخفضة أو متوسطة للسليلوز) فانه يلزم اختيار ظروف التشغيل التى تكون فيها الصبغة ذات نشاط كيميائى منخفض للالياف حتى يتم توزيع الصبغة بالانتظام وعمق اللون المطلوب وبعدها يتــم تغيير الظروف ليتم التفاعل بين الصبغة والالياف وتتكون الرابطة التساهمية بين الصبغة والالياف على أن يكون التفاعل بين الصبغة والماء اقل ما يمكن للحصول على صباغة ذات معدل عالى من استنفاذ الصبغة ذات ثبات عالى للغســـيل والبـــــلل .

والاعتبارات الســـابقة لها تأثير هام فى طـــرق التشغيل ففى المحلول المتعادل (حيث ينخفض التفاعل بين الالياف والصبغة) فان الصبغة تنفذ الى داخل الالياف بينما بعضها يظل فى المحلول ، وعند اضافة القلوى فان الصبغة الموجودة داخل الالياف سوف تتفاعل والتفاعل الذى سوف يتم هو من النوع (أ) وبهذا التفاعل فان حلقة التوازن بين الصبغة والاليـــاف وبين الصبغة والمحلول سوف يختل ، حيث أن جزءا من الصبغة سوف ينتقل الى الشعرة ويتفاعل وهكذا ، وفى نفس الوقت ، فان الماء الموجود فى الحمام سوف يتفاعل أيضا كما فى المعادلات (ب . جـ) مكونا صبغة متميئة لا يمكن أن تتفاعل مع الالياف وتعتمد كفاءة الطريقة على اختيار الظروف التى يكـون فيهـا التفاعـل بين الصبغة والشــعرة (أ) اعــلى ما يمكن بينما التفاعل بـين الصبغة والمـاء (ب ، جـ) اقل ما يمكن وهذا يمكن الوصول اليه عن طريق الصباغة عنـــد درجة حرارة منخفضة (٢٠م) التى عندها يكون نفاذ الصبغة الى داخـــل الالياف سريع بينما يكون التفاعل بين الصبغة والماء بطيئا نسبيا .

طــــــرق الصـــــباغة

يتم اذابة الصبغة عن طريق التعجين فى ماء يسر متعادل ثم يخفف بماء عند درجة حرارة ٣٠° ـ ٥٠°م . والصبغات ليست ثابتة فى المحاليل المتعادلة الى مالا نهاية ولكنها ثابتة لحوالى ٤ ساعات على الاقـل على أن لا يكون تنكات التحضير بها آثار قلوى .

والطرق المختلفة لصـــباغة الاقمشـة بالطريقة الغـير مستمرة تتشابه جميعها وتعتمد اساسا على خصائص الصبغات التى سبق عرضــها والتى يمكن تلخيصها فيما يلى :

أ ـ التحكم فى استنفاد الصبغة باضافة الملح المتأين

ب ـ اقصى استنفاد يمكن الحصول عليه من حمام بارد أما رفع درجة الحرارة فتســاعد على زيادة كمية الصبغة المتفاعلة مع المــاء وبالتالى فقد جزءا من الصبغة التى كان المفروض أن تتفاعل مع الخامة مع ايجاد صبغة متميئة يمكن أن تقلل من درجات ثبــات الغســـيل والبـــــلل .

جـ ـ تثبيت الصبغة على الاليــاف يتم باضافة القلوي الى الحمــام وبالتالى تنشيط تفاعل الصبغة مع الالياف (التفاعل أ) .

د ـ الصبغة المتفاعلة مع الالياف كيميائيا لا يمكنها الانتشار وليست لها اى قوة تجانس مهما ارتفعت درجة الحرارة .

يحضر حمام الصبغة ويضاف اليه الاملاح (ملح الطعام او ملح جلوبر) وتبدأ الصباغة على البارد عند ٢٠م ويمكن اضافة بعض الاملاح بعد ذلك للحصول على استنفاد المطلوب وبعد حوالى ٣٠ ق يضـــاف القلوى ويكون عادة كربونات الصوديوم فى هيئة محلول وتســتمر عملية الصباغة لحوالى ٦٠ ق ثم تشطف المصبوغات وتصـــــبن .

وعمليــة التصبين بعد الصباغة يجب أن تكون فعالــة حيث يستلزم ازالة اية صبغات متمينة والتي قد تؤثر على درجات ثبات الخامة المصبوغة .

طـــــرق الصـــباغة بطـــريقة الغمـــــر

عمليات توزيع وتفاعل الصبغة مع الخامة يمكن أن تتم منفصلة او في نفس الوقت بطرق الغمر (البـــاد) فالخامة يمكن ان تغمـــر فى حمام صبغة متعادل ثم فى حمام قلوى ويمكن أن يكون هناك مرحلة تجفيف وسيطة أو لا يكون ثم بعد ذلك تجفف الخامة (او تبخر) وخلالها يتم التفاعل الكيميائى . كما انه يمكن استخدام بعض الاملاح التى تتحلل بالحرارة اثناء التجفيف او التبخير مكونة التلوى الذى يخلق جو التفاعل المناسب بين الصبغة والخامة وهذه الحالة الاخيرة يجب أن لا يكون درجة الاس الهيدروجينى لمحلول الصبغة مرتفعا كي لا تتفاعل الصبغة مع الماء فى المحاول .

وقد وجد أن بيكربونات الصوديوم تعطى محاليل غمر ثابتة لمدد طويلة تناسب التشغيل المستمر كما أنه وجد أن فى حالة البيكربونات يمكن الغـــاء عمليات التجفيف أو التبخير ويكتفى بترك الخامة التى غمرت وعصرت فترة كافية لاتمام التفاعل .

يمر القماش فى حمام الصبغة الذى يحتوى على مادة ابتلال مناسبة عند درجة حرارة ٣٠ه — ٥٠م ثم تعصر الخامة حسب عمق اللون المطلوب . والصبغات النشـــطة من الصـــبغات التى لها قـــابلية الانتقال الســـطحى (Migration) أثناء التجفيف وبالتالى ففى حالة غمر القماش وعصره ثم تجفيفه يفضـــل اضـــافة ٥ — ٢٠ جرام / لتر ملح جلوبر أو ٢ جرام/لتر الجينات صوديوم مثل (Manutex RS) ويعمل كمادة غروية مانعة للانتقال السطحى ويفضل التجفيف فى أفـــران هواء ساخن وليس على اسطوانات ســــــــــاخنة .

بعد ذلك يغمر القماش المصبوغ فى محلول ١جرام/لتر صـــودا كاوية يحتوى على ٣٠جرام/لتر ملح طعام ، ليمنع انتقال الصبغة من الخامة الى

الحمام ، ويثبت اللون بالتبخـــير لمدة ١٥ ــ ٦٠ ثانية عند درجة حـــرارة من ١٠٠° ــ ١٠٥م أو يجفف فى هواء ساخن ثم يغسل القماش ويصبن ويجفف مـــــــرة اخـــــــــرى .

ويستخدم الملح الذى يتحلل عند التسخين ليصبح قلويا بما فيه الكفاية لتنشيط التفاعل مع الصبغة والذى عندما يكون باردا يضفى الى المحلول ثباتا كافيا للتشغيل ، وهذا الملح هو بيكربونات الصوديوم . ومحلول الصبغة يحتوى على ١٠ ــ ٢٠ جرام / لتر بيكربونات وبعض الامــلاح المتأينة او الجينات الصوديوم وتغمر الخامة فى المحلول وتعصر بعد ذلك وتبخــر لمدة ٢ ــ ٦٠ دقيقة ، أو بالتجفيف فى هواء ساخن أو على اسطوانات ســاخنة يلى ذلك عمليات غسيل وتصبين جيــد ويجفف ثانية . ويلاحظ فى حالة التدفيف على الاسطوانات الساخنة أن تكون الاسطوانات الاولية ليست مرتفعة الحرارة حتى لا تعمل على غليان محلول الصبغة فى الخامة والتي قد ينتج عنها عيوب فى الخامة المصبوغة نتيجة للانتقال الســـطحى .

وتحويل البيكربونات الى كربونات بالحرارة ليس أساسا لتفاعل الصبغة مع الخامة فان التفاعل يحدث فى وجود البيكربونات ولكن ببطىء عنه فى حالة التسخين ، فعند درجة ٢٠ ــ ٣٠°م فان التفاعل يحتاج من ١٢ ــ ٢٤ ساعة (ويتوقف على عمق اللون) لتثبيت الصبغة تماما اما اذا ارتفعت درجة حرارة المحلول الى ٥٠م فان التفاعل يتم فى ١٥ دقيقة للالوان الفاتحة ، ٦ ساعات للألوان الداكنة وهذا يعنى ان الصبغات النشـــطة يمكن أن تستخدم على ماكينات البادرول (Pad-Roll) او بلفها على درافيل وتركها للمـــدد المطلوبة تليها عمليات الغسيل والتصبين والشطف والتجفيف .

ازالة الوان الصبغات النشطة (Stripping)

يمكن ازالة الصبغة من على الخامة بسهولة فى حالة وجود اى احتلاف فى اللون او نتيجة الانتـقال السطحى طالما أن الصبغة لم تثبت فى الخامة اما

اذا تفاعلت الصبغة مع الخـــامة فإنه يصـعب ازالتها نتيجة لتكوين الرابطة التساهمية القوية بين الصبغة والخامة .

ولما كانت بعض جزيئات الصبغات النشطة تحتوى على مركبات ازو فانه يمكن تحطيم هذه المركبـــات بالاختزال بواسطة محلول هيدروسلفيت الصوديوم الى مركبات عديمة اللون أو الى مركبات ذات ألوان فاتحة بعضها يستمر مرتبط بالخامة كما فى المعادلة :

أختزال



$$\text{Cell. } O - R_1 - N = N - R_2 \longrightarrow \text{Cell. } O - R_1 - NH_2 + H_2N - R_2$$

والمركب $R_1\text{-}NH_2$ الذى يظل مرتبط بالسليلوز والذى يسبب تلون الخامة يمكن ازالتــه بعملية تبييض خفيف بالهيبوكلوريت وبعـــد ذلك يمكن صباغة الخامة بالصبغة المناسبة ولكن يجب ان ننوه ان الجـــزء المتبقى من الصبغة والذى مازال مرتبطا مع الخامة يمكن ن يؤثر على الخامة المصبوغة بعد ذلك خاصة عند تعرضه لضوء الشمس او أى عمليات كيميائية أخرى .

وتستخدم بعض المواد التجارية مثل Albigen A (BASF) كمادة ازالة عامة لمعظم صبغات السليلوز .

الفصل السادس

الصبغات الكبريتية

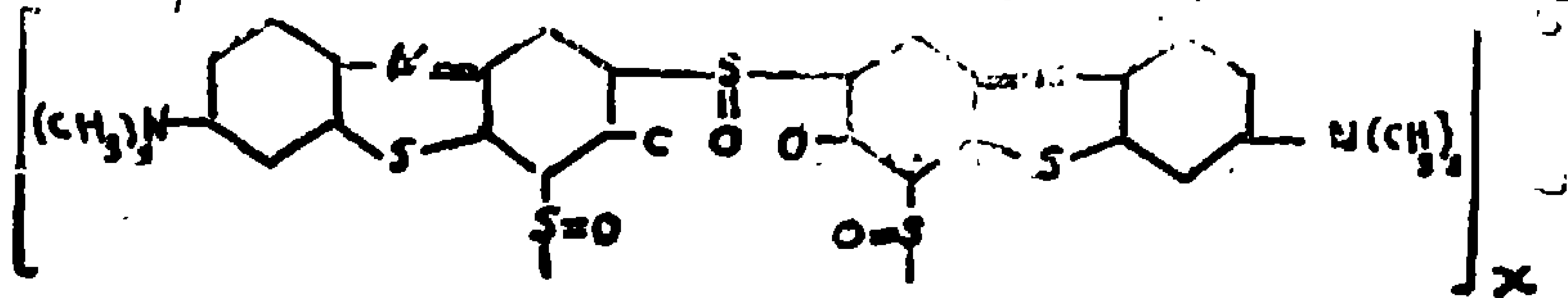
SULPHUR FUSION DYES

تحضر هذه المجموعة من الصبغات عن طريق تسخين الكبريت أو بعض مركباته مثل كبريتور الصوديوم لدرجة الانصهار مع بعض المركبات العضوية المحتوية على عنصر النيتروجين .

والتركيب الكيمائى للعديد من هذه الصبغات غير معروف وان كانت هناك بعض الصبغات ذات التركيب المحدود معروفة التركيب فالصبغات الزرقاء تحضر من

4-dimethylamino-4-hydroxydiphenyl amine

ومن امثلة هذه الصبغات صبغة Immedial Pure Blue



كما ان نواتج انصهار dinitro-hydroxy diphenylamine مع الكبريت تعطى صبغة سوداء هامة هى : Immedial Black

وصبغات الكبريت الصفراء يمكن أن تحضر من m-toluylene-diamine اما الصبغات الخضراء فيستخدم املاح النحاس فى عملية الانصهار مع الكبريت ، كما تشمل هذه المجموعات بعض صبغات الاحواض التى تحتوى على الكبريت — والتفريق بين تلك التى تستخدم كصبغات احواض والتى تستخدم كصبغات كبريت تتوقف على احسن طريقة للاستخدام اما باستخدام هيدروسلفيت الصوديوم والقلوى كصبغات الاحواض أو محلول كبريتور

الصوديوم (Sodium Sulphide) كصبغات الكبريت . وتشمل المجموعة كذلك على احدى مشتقات الفيثالوسينين Phthalocyanine derivatives وهو (I.C.I) Thional ultra Green BS ويمتاز بصفاء اللون .

وتعتبر الصبغات الكبريتية جيدة الثبات للضوء ومتوسطة الثبات للغسيل وضعيفة للكلور وتنحصر اهمية هذه المجموعة فى صباغة الاقمشة الثقيلة بألوان داكنة .

وطريقة الصباغة بهذه المجموعة تشبه صبغات الاحواض فى انه يلزم اختزالها اولا فى وسط قلوى حيث يستخدم كبريتور الصوديوم نظرا لثباته ورخص ثمنه ، الا انها فى الحالة المختزلة تختلف عن صبغات الاحواض الذائبة فى أن قابليتها للخامة ضعيفة وهى تشابه فى هذه الحالة الصبغات المباشرة ، كما أن ثباتها للغسيل والضوء يتحسن اذا عولجت الخامات المصبوغة بها ببعض الاملاح المعدنية .

لذلك نجد ان هذه المجموعة تحتل مركزا وسطا بين الصبغات المباشرة وصبغات الاحواض .

وهذه الصبغات عامة لا تذوب فى الماء ولكن يوجد بعض مجموعات صبغات كبريتية ذائبة مثل مجموعات (I.C.I) Thional M Brand حيث تباع ايضا فى صورة خليط يشمل القلوى والمادة المختزلة مثل Immedial Leuco dyes

والمجموعات العادية ليست لها قابلية للالياف السليلوزية ولكن يلزم اختزالها قبل الاستعمال تتبعها اكسدة على الخامة وهى تشبه فى هذه صبغات الاحواض .

والصبغات الكبريتية لها خاصية التميؤ (اى امتصاص الرطوبة من الجو) لذلك يجب تخزينها فى عبوات محكمة وفى حجرة جافة كما انها تتحلل ببطىء نتيجة للاكسدة الذاتية .

طـــــــرق الصـــــباغة

الطريقة التامة لاستخدام هـذه الصبغـات تتكون من اذابـة الصبغـة بالتعجين أولا للبودرة فى قليل من الماء والصودا الكاوية ثم يضـــاف كبريتور الصوديوم والماء المغلى لمدة ١٥ ـ ٢٠ دقيقة ويجب الحصـــول على محلول رائق قبـــل التشـــغيل .

وتجرى الصباغة عادة عند أو قرب الغليان بأستثناء بعض الصبغات التى تتطلب الصباغة عند حوالى ٥٠ °م ولما كانت قابلية المركب اللونى المختزل للامتصاص بالخامات القطنية ضعيف فيمكن زيادته او التحكم فيه عن طريق اضافة الاملاح المتأنية مثل ملح الطعام او ملح جلوبر ودرجة الحرارة اللازمة لاقصى استنفاذ وأن كانت تختلف من صبغة لاخرى .

وهناك بعض المتاعب التى قد تنشأ أثنـــاء الصباغة مثل الزبد الابيض والذى يظهر على سطح ســـائل الصباغة عند صباغة أسـود الكبريت اذ يلتصق بالخامة مكونا خطوط بيضاء والذى يرجع الى وجود الكبريت الطليق (Free-Sulphur) فى حـــالة معلق ـ ويمكن التخلص منه باضـــافة كبريتور الصوديوم الى الحمام وغمر الخامة بها لفترة من الزمن .

كما تنشأ متاعب من ترسيب اللون على السطح الخارجى للخامة وتعرف بالبرونزية والتى ترجع الى نقص اما كمية كبريتور الصوديوم او لوجود اللون فى حالة تركيز كبير وبالذات بالنسبة للالوان قليلة الذوبان أو زيادة كمية الملح المضاف مضافا الى ذلك سرعة الاكسدة ويمكن التخلص من البرونزية هذه اما بزيادة كمية كبريتور الصوديوم او التصبين .

بعد ذلك يتم اكسدة الخامات المصبوغة ، ولما كانت هـــذه الصبغات سريعة الاكسدة فيكتفى فى بعض الاحوال اكسدتها فى الهواء الجوى مباشرة ويجرى ذلك عن طريق عصرها ثم تركها فترة من الوقت (حوالى ٥ دقائق)

قبل غسلها . ولكن تستعمل فى معظم الاحيـان المواد الكيميائية المؤكسـدة لسرعة الاكسـدة ولتحسين ثبات المصبوغات ومن هذه المواد بـيربورات الصوديوم ، أو البوتاسيوم فى وجود حامض كبريتيك .

الماكينـات المستخدمة

١ ـ الصباغة على الجيجـر

يستخدم الجيجر لصباغة الاقمشة القطنية حيث يعطى نتـائج حسنة وتتم الصباغة عن طريق مرور القماش فى ماء عند درجة الغليان ويحتوى على مادة ابتـلال مناسبة ثم تضاف الصبغة وتجـرى عملية الصباغة مع اضافة الملح اذا لزم الأمـر .

يتم بعد ذلك أكسدة الخامة المصبوغـة باستخدام بيكرمات أو بيربورات الصوديوم عند درجة حرارة ٥٠° م ثم غسيل بماء جارى .

٢ ـ الصباغة بالطريقة المباشرة

استخدمت الطريقة المستمرة للصباغة بصبغات الكبريت كما فى حالة صبغات الأحـواض مع عمل بعد التعديلات الطفيفة على النحـو التـالى :

١ ـ تختزل الصبغـة بواسـطة كبريتـور الصوديـوم والصـودا أش ويمر القماش فيها عند درجة ٨٥ ـ ٩٠م فى ماكينة العصر ـ على الا يقل تركيز كبريتور الصوديوم عن ١٠جرام / لتر والصودا أس عن ٥ جرام / لتر .

٢ ـ يعرض القمـاش عقب خروجـه من ماكينـة العصـر الى التبخير لمـدة ٤٥ ـ ٦٠ ثانيـة فـى حجـرة التبخـير درجـة حرارتهـا ١٠٢ ـ ١٠٤م ـ حيث تساعد هذه العملية على سرعة تغلغل الصـبغة داخـل الخـامة .

٣ - يسمح للقماش بعد خروجه من حجرة التبخير بفترة تهوية تتراوح بين ١٥ - ٣٠ ثانية .

٤ - يغسل بعدها القماش ثم يعادل بحامض خليك ويغسل مرة اخرى ويجفف .

ازالة اللون (Stripping)

يمكن ازالة لون المصبوغات بمعالجتها بحمام كبريتور الصوديوم يحتوى على مادة Pyrrolidone polyvinyl (Albigen A) لشركة (BASF) حيث ان معظم هذه الصبغات حساسة للاختزال الذائد ويمكن استخدام اى حمام اختزال قوى اخر مثل حمام هيدروسلفيت قلوى . كما ان هذه الصبغات حساسة للاكسدة الذائد وبالتالى يمكن ازالة اللون بالتبييض فى حمام هيبوكلوريت على البارد بشرط معالجة الخامة المصبوغة اولا لأزالة اى اثار للمعادن - التى تستخدم فى المعالجات النهائية - حيث ان هذه المعادن قد تنشط تفكك الخامه فى وجود محلول الهيبوكلوريت .

تحسين مقاومة الخامات المصبوغة بالصبغات الكبريتية

١ - المعالجة بالاملاح المعدنية

تستعمل بيكربونات الصوديوم او البوتاسيوم لزيادة ثبات الغسيل وذلك باضافة ٣ ٪ من الملح مع ٣ ٪ حامض خليك عند درجة ٦٠ م لمدة حوالى ٢٠ دقيقة ، كما تستعمل كبريتات النحاس لزيادة ثبات الضوء بواقع ١ ٪ كبريتات النحاس مع حامض الخليك تحت نفس الظروف كما يستخدم خليط منهما لتحسين ثبات الغسيل والضوء معا .

٢ - المعالجة ببيربورات الصوديوم

تستخدم هذه الطريقة للالوان الزرقاء لزيادة زهاء اللون الا ان هذه المعالجة تسبب نقصا فى مقاومة الخامة المصبوغة .

٣ — اعادة الصباغة بالصبغات القاعدية

لما كانت الصبغات الكبريتية تمتص بسهولة الاصباغ القلوية فقد استغلت هذه الميزة لزيادة زهائها عن طريق تغطيتها بالصبغات القلوية على أن تغسل الخامة اولا غسلا جيدا للتخلص من اى آثار باقية للقلوى أو كبريتور الصوديوم ثم تعالج بمحلول الصبغة القلوية المضاف اليه ٥٪ حامض الخليك وترفع درجة الحرارة ببطء حتي يتم استنفاذ الصبغة من الحمام .

الصبغات المتكونة على الخامة بالاكسدة

تستخدم فى هذه بعض المركبات العضوية التى عند اكسدتها تكون الوان على الخامة ذات ثبات كبير للضوء والغسيل والاحتكاك .

وتتلخص هذه الطريقة فى تشبع الخامة ببعض هذه المواد مثل الانيلين ثم تعريضها بعد ذلك لعمليات اكسدة شديدة . وكلمة صبغات أو صباغة تطلق فى هذه الحالة تجاوزا لان المواد المستخدمة ليست صبغات كما ان ليس لها اى قابلية للخامة والتى هى صفات الصبغات الاساسية .

ومن اهم هذه الصبغات اسود الانيلين (Aniline Black) ، أسود الدافينيل (Diphenyl Blach) ، بنى البارامين (Paramine Brown) بنى الفاسكامين (Fuscamine Brown) .

الا ان من اهم هذه الصبغات والتى تستخدم فى انتاج كميات ضخمة باللون الاسود هى طريقة الانيلين الاسود والتى سوف تستعرضها بالتفصيل

اســــــــود الانيـــــــــلين

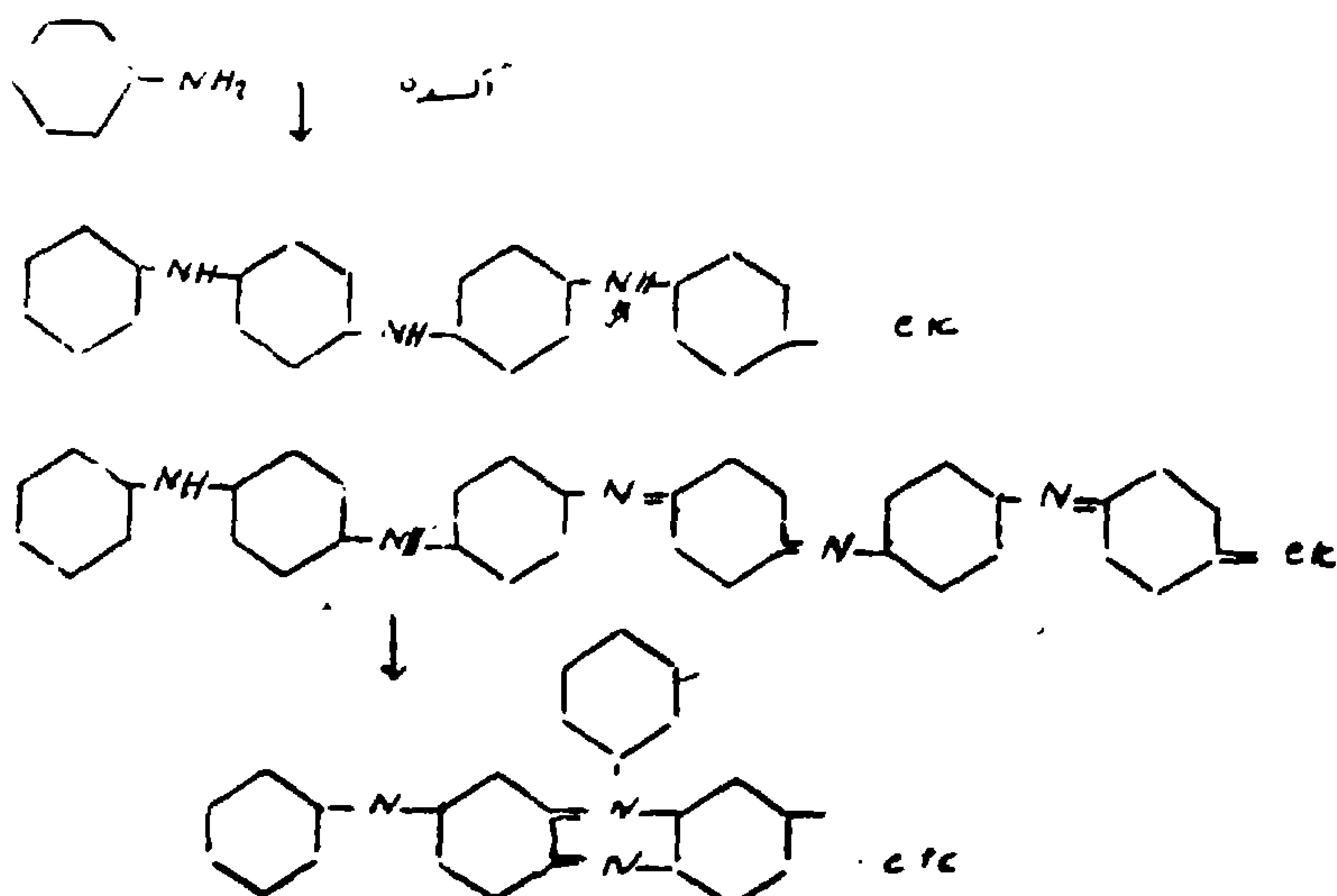
ANILINE BLACK

يتكون اللون الاسود للانيلين على الخامة بعد غمرها فى محلول الانيلين الحامضى ثم اكسدته ، واللون الناتج هو اسود الانيلين مازال لم يعـــرف تركيبه الكيميائى حتى الآن ، الا انه من المعروف ان الانيلين يمــر أثناء أكسدته بثـــلاثة مـــراحــــــل :

المرحـــلة الاولى يتكون مايعـــرف بالامــــيرالدين او اللون الزيتـــونى (Emeraldine) حيث تتشابك فيه ثمانية جزيئات من الانيلين عـــلى الاقل مكونا مركبا اخضــــــر .

المرحلة الثـــانية يتحول فيها الامــــيرالدين الى مركب يعرف باســـم النيجرانيلين (Nigraniline) اللون الاسود وهذا يمكن اختـــزاله ثانيا الى اللون الاخضر بحامض الكبريتوز الاخضر .

اذا استمرت عملية الاكسدة تحول النيجرانيلين الى اســـود الانيلين الذى لا يمكن اختزاله كما هو موضح بالمعادلات :



واسود الانيلين له درجات ثبات عالية تماثل صبغات الاحواض كما انه أرخص تكلفـــا .

وتتم عملية الصباغة باحدى الطرق التاليـــة :

١ ــ طريقة الحمام الواحـــد
٢ ــ طريقة التجفيف والاكسدة البطيئة
٣ ــ طريقة التبخـــير

١ ــ طـريقة الحمـــام الواحـــد

هذه الطريقة هى اسهل الطرق جميعا ولكن لا تستعمل كثـــيرا حيث أن اللون الاســـود الناتج من الاكسدة سهل اختـــزاله بحامض الكبريتوز الى اللون الاخضـــر وثبات الاحتكاك منخفض ولكن ثبـــاته للضـــــــوء جيـــــــد .

وطريقة الاستخدام هى اذابة بيكرومات البوتاسيوم أولا (حوالى ٥ر١٣ كيلو) ثم يضاف اليها حامض الهيدروكلوريك (حوالى ٤ كجم) ويقلب المحلول جيدا ويضاف اليه الانيلين مباشرة (حوالى ٧ كجم) مع التقليب المستمر حتى يتم الذوبان وتجرى عملية الصباغة عقب اضافة الانيلين مباشـرة . وتصبغ الخامة (وعادة خيوط) لمدة فى درجة الحرارة العادية التى ترتفع بعد ذلك ببطىء حتى الغليـــان وبعـــد ذلك تغسل الخيوط جيدا ، واما تصبن او تعالج ببعض مستحلب زيتى لتحسين اللــــــــون .

٢ ــ طريقة التجفيف والاكسدة البطيئة (Ageing Process)

تعتبر هذه الطريقة من أوسع الطرق انتشـارا فى صباغة اسود الانيلين وتعطى نتائج ممتازة من حيث ثبات الغسيل والضوء فضلا عن انتاج لون اسود فاحم لا يمكن اختزاله ثانية الى اللون الاخضر بحامض الكبـــــريتوز .

وتتلخص هذه الطـريقة فى تشبيع الخامة بملح الانيلين واحـد العوامل المؤكسدة مثل كلورات الصوديوم ومادة حاملة للاكسجـين (Oxygen Carrier) مثل كبريتات النحاس او كلوريد الفاناديوم ويضاف الى الحمام ايضا مواد مـولدة للحامض مثل كلوريد الامونيوم التى تتحلل اثناء مرورها فى غـرفة التجفيف (Ager) تحت تأثـير الحرارة مؤدية الى اطلاق حامض الهيدروكلوريك حيث يبدأ التفاعل .

ويتكون حمام الغمر من ملح الانيلين (٦٠ كجم) ، زيت الانيلين (٥ كجم) كلورات صوديوم (١٧ر٥ كجم) كبريتات نحاس (٢ر٥ كجم) فى ٥٠٠ لتر ماء ويضاف احيانا ٢ كجم كلوريد الامونيوم .

يمر القماش فى عدة ماكينات للعصر ويعرض خلالها القماش للهواء ثم بعد ذلك يمر على عدة اسطوانات للتجفيف التى تبدأ بدرجات حرارة منخفضة ترتفع بالتدريج حيث يبدأ ملح الانيلين (هيدروكلوريد الانيلين) فى التحلل تحت تأثير الحرارة مولدا حامض الهيدروكلوريك . بعد ذلك تبدأ عملية الاكسدة ببطىء وتستمر اثناء مرور القماش فى حجرة التجفيف (عند حوالى ٥٠م) التى تعقب اسطوانات التجفيف ويخرج القماش بعد ذلك ليعرض لفترة تهوية يكون فى اثنائها قد تحـول الى اللون الخضر الداكن ثم بعد ذلك فى عده احواض تحتوى محاليل الاكسدة عند درجه ٨٠م ، حيث يستخدم بيكرومات البوتاسيوم او الصـوديوم (٤ كجم) مع ١ لتر حامض كبريتيك فى ١٠٠ لتر ماء ليتحول اللون بعدها الى الاسود ويغسل القماش بعد ذلك جيدا او يصبن فى حالة الخيوط لمدة ١٥ ق عند ٨٠م .

وبالرغم من ان هذه الطريقة طويلة وتحتاج الى مـدة اطول فى التشغيل الا أن الخامة المصبوغة تكون اقل عرضة للتلف .

٣ – طريقة التبخير (Steam-Process)

فى طريقة التبخير هذه يستخدم فيروسيانور البوتاسيوم (Potassium Ferrocyanide) كمصدر للمادة الوسيطة (Catalyst) وفى بعض الاحيان يسمى بروسيت أسود (Prussiate Black) والمحلول هنا يكون ثابت لحد لطول بدون تكوين اي ملونات عن تلك التى تستخدم فى الطريقة السابقة (٢) . واللون يظهر بسرعة ولكن ليس كليا عند التبخير فى المبخر ويحتاج الى معالجات اكسدة قوية بعد التبخير عنه فى الطريقة السابقة وتستخدم هذه الطريقة للاقمشة فقط ويمكن استخدامها فى الطباعة ايضا . وقابلية الخامة للتلف اقل منه فى الحالات السابقة .

والطريقة التطبيقية للصباغة كالآتى :

محلول ١ : ٢٨ كيلو ملح انيلين تذاب فى ١٠٠ لتر ماء .
محلول ٢ : ١٦ كيلو سيانور حديد البوتاسيوم تذاب فى ١٠٠ لتر ماء .
محلول ٣ : ٩ كيلو كلورات صوديوم تذاب فى ١٠٠ لتر ماء .

هذه المحاليل تخلط جميعها وتستخدم فى تشبع الخامة باستخدام ماكينة عصر ، تجفف الخامة بعد ذلك فى هواء ساخن لمدة ٢ – ٣ ق عند درجة حرارة ٩٥ – ١٠٠ م وتعالج بعد ذلك فى محلول ٢/١ ٪ بيكرومات صوديوم أو بوتاسيوم عند درجة حرارة ٥٠ م لمدة ١٥ – ٣٠ دقيقة ثم تغسل وتصبن .
ولقد استخدم بدائل للانيلين ولكن الوحيدة التى نالت بعض النجاح على الالياف السليلوزية كانت امين دايفينيل أمين (Amine-diphenylamine) ويعرف بقاعدى أسود الديفينيل .

ويمتاز هذا الاخير بانه لا يلزم فى تشغيله احماض معدنية مثل حامض الهيدروكلوريك الذى يعرض الخامة لبعض التلف . الا أن غلو ثمنه لم يجعله منافسا قويا لاسود الانيلين وتستخدم نفس طريقة استخدام اسود الانيلين فى تكوين اللون على الخامة الا انه يستخدم حامض الخليك وحامض اللكتيك (Lacteic acid) بدلا من حامض الهيدروكلوريك .

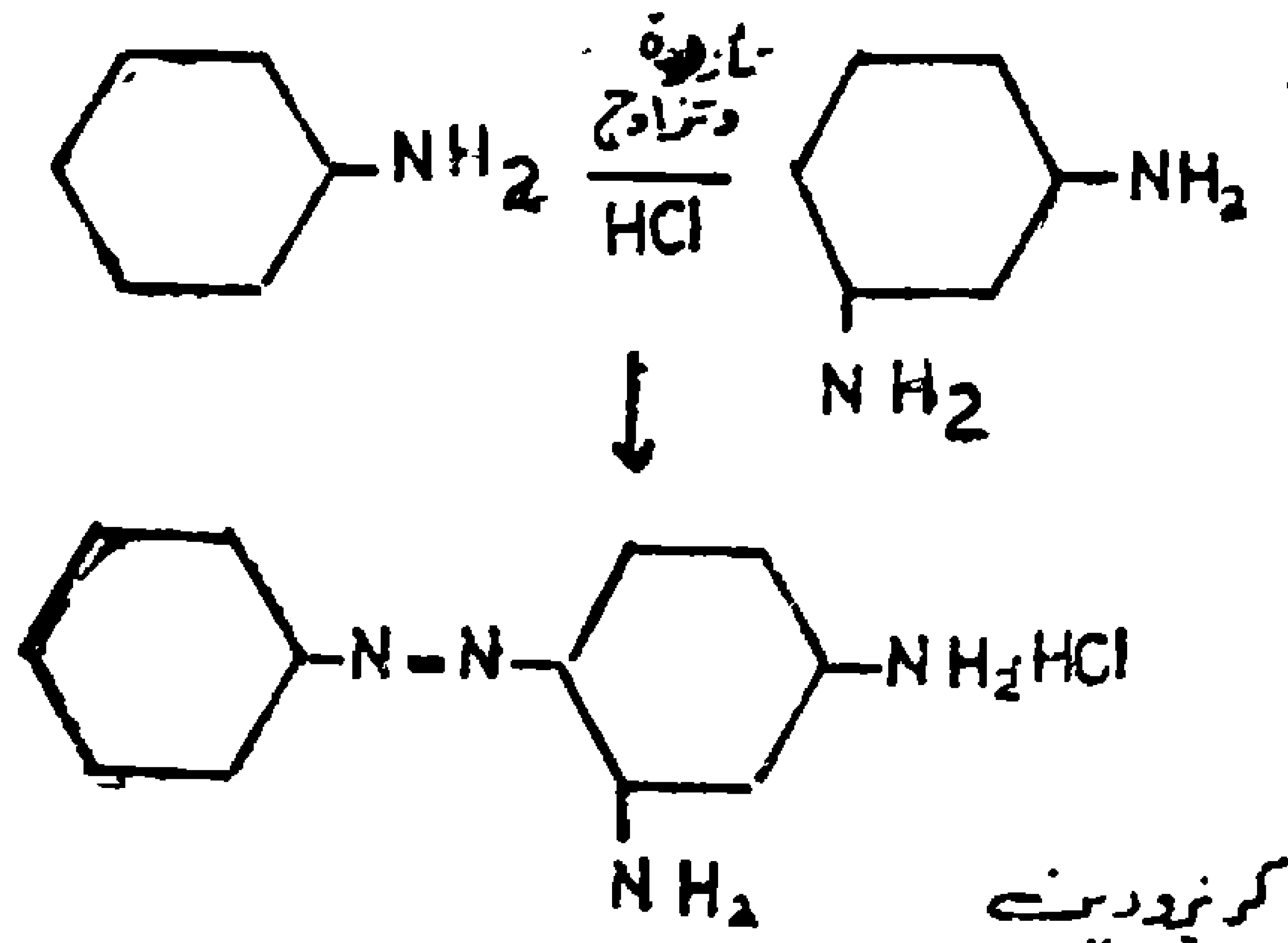
الفصل السابع

الصبغات القاعدية (القلوية)

BASIC DYES

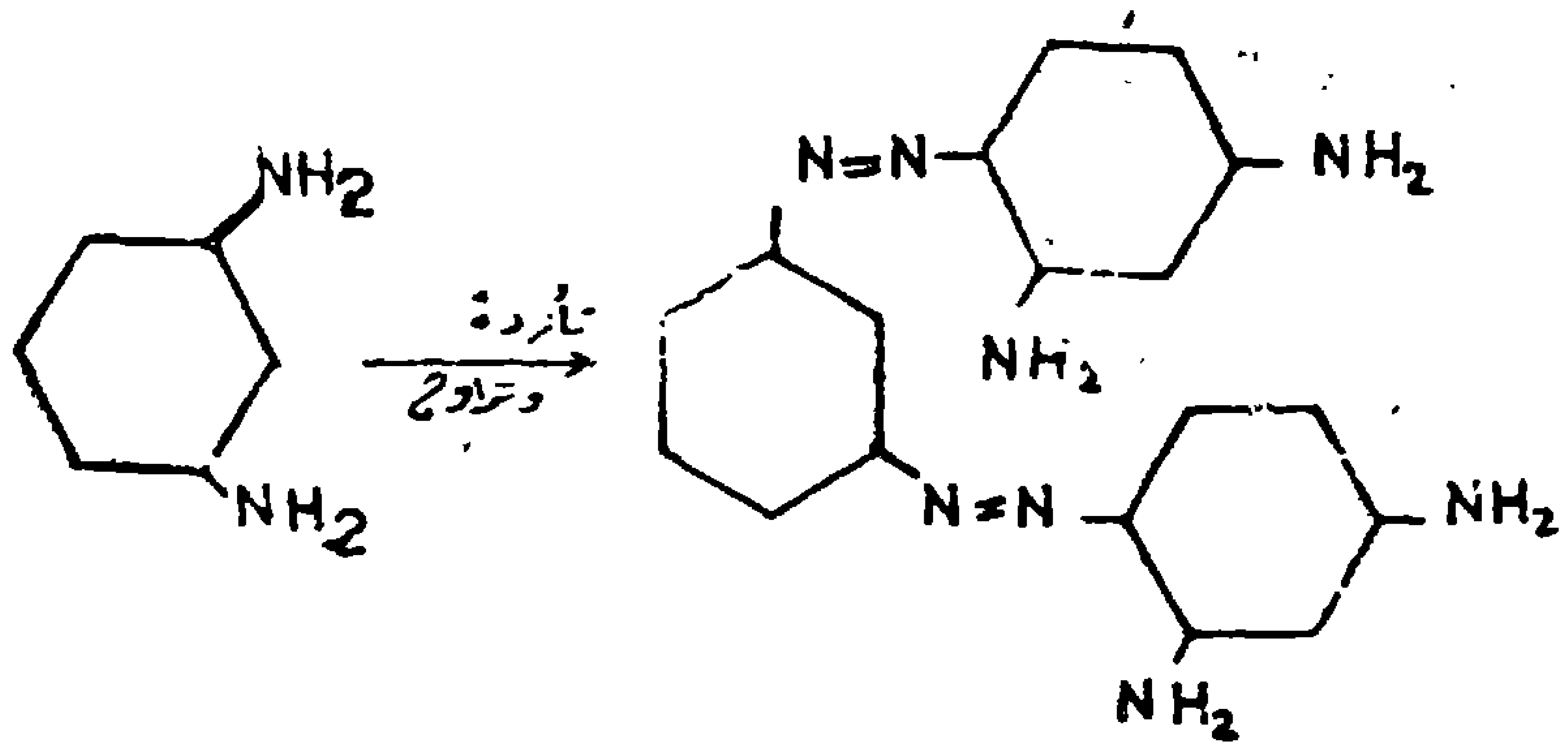
عرفت هذه الصبغات بهذا نظرا لاحتواءها على مجموعات أمينية تعطى لها صفة القلوية مما يجعلها تصبغ الالياف المحتوية على مجموعات حمضية بسهولة كالياف الصوف والحرير ولكن ليست لهاأى قابلية للالياف السليلوزية أنما يمكن صباغتها عن طريق معالجة الخامة اولا بمادة رابطة (Mordant) .

ومن اشهر الصبغات القاعدية صبغة الكريسودين (Chrysoidine) التى تحضر بواسطة تازدة الانيلين وتزادحة مع ميتافنيلين دايمين



Chrysoidine

وكذلك صبغة Bismark Brown الذى كانت له اهمية سابقا



وفى كلا الصبغتين فان ثبات الضوء منخفض .

طـــــــرق الصـــــــباغة

عند صباغة الالياف السليلوزية بهذه الصبغات تســتخدم مواد رابطة مناسبة لمعالجة الخامة اولا ـ والتى تكون مع الخامة بعض المركبات المعقدة الغيرذائبة والتى تكون فى نفس الوقت مركبات معقدة مع الصبغة . واختيار المواد المناسبة يتوقف على قدرتها على النفاذ داخل الشعرة ، لانه فى حالة ما اذا كانت المادة الرابطة لا تستطيع النفاذ الى داخل الخامة فانها سوف ترتبط سطحيا بالخامة والصبغة وينتج عن ذلك مصبوغات ذات ثبات ردىء للاحتكاك

وكانت الصـــبغات القاعدية تصبغ بطريقتين وكـــلاهما كانا يعطيان مصبوغات ذات ثبـــات ضعيف للغسيل والاحتكاك ولكن هاتين الطــريقتين اصبحتا عديمى الاهميـــــة .

احدى هذه الطرق كانت باستخدام الزيت التركى مع خلات الالومونيوم كمادة رابطة ، اما الطريقة الاخـــرى فتتكون من حمام يحتوى على الشـــبة (Alum) وصودا آش والصبغة وتعالج الخامة عند درجة حرارة ٩٠م ، تعصر الخامة وتجفف دون غســيل .

كما تستعمل أيضا مادة التانين (Tannin) وهــو مركب كيميائى مستخرج من النباتات فى التثبيت . الا ان طريقة الصباغة غير مستحبة نظرا

لبطىء العملية وتتلخص الطريقة بتشبع الخـــامة بمحلول التانين مع تثبيت الاخـــير بملح معدنى .

وقد فقدت هذه المجموعة اهميتها والتى كانت تعتمد على درجات زهاء اللون العالية بسبب ضعف ثباتها للغسيل وفقدان جزء كبير من عمق اللون عند تعرضها للضوء لفترات قصيرة كما ان ظهور الصبغات النشـــطة ذات درجات الزهاء العالية قضت على البقية البـــاقية لاهمية هذه الصبغات فى مجال صباغة الالياف السليلوزية .

ولكن بعد ظهور الالياف الصناعية وبالاخص الياف البولى اكريل فقـــد امكن لهذه الصبغات استعادة قيمتها بعد ادخال التعديلات المناسبة واصبحت تعرف بالصبغات الكتيونية (Cationic Dyes)

الفصل الثامن

الوان البجمنت المثبتة بالراتنجات

(RESIN-BONDED PIGMENT SYSTEMS

تستخدم هذه الطريقة لصباغة وطباعة الاقمشة عن طريق تحضير محاليل مكونة من المادة الملونة مع مواد لاصقة حيث يغمر القماش أو يطبع ثم يجفف ويعالج حراريا لبلمرة أو تكاثف المادة اللاصقة مكونا فيلم رقيق يحتوى على المادة الملونة وملتصق جيدا بالخامة . وتستخدم هذه الطريقة لانواع معينة من الاقمشة مثل الكريتون والاقمشة القطنية المخلوطة بالياف البولى استر ويمتاز بامكانية اختيار الوان زاهية ويعطى مناظر جذابة للخامة .

وملونات البجمنت لا تذوب فى الماء وليست لها أى قابلية للالياف كما انها لا تتحول الى مادة ذائبة أثناء أو بعد الغمر على الخامة انما تلتصق بالطريقة الميكانيكية وبالتالى فان هذه الطريقة من ناحية الاستخدام لا يطلق عليها « صباغة » .

ملونات البجمنت

ويوجد نوعين من ملونات البجمنت هما :

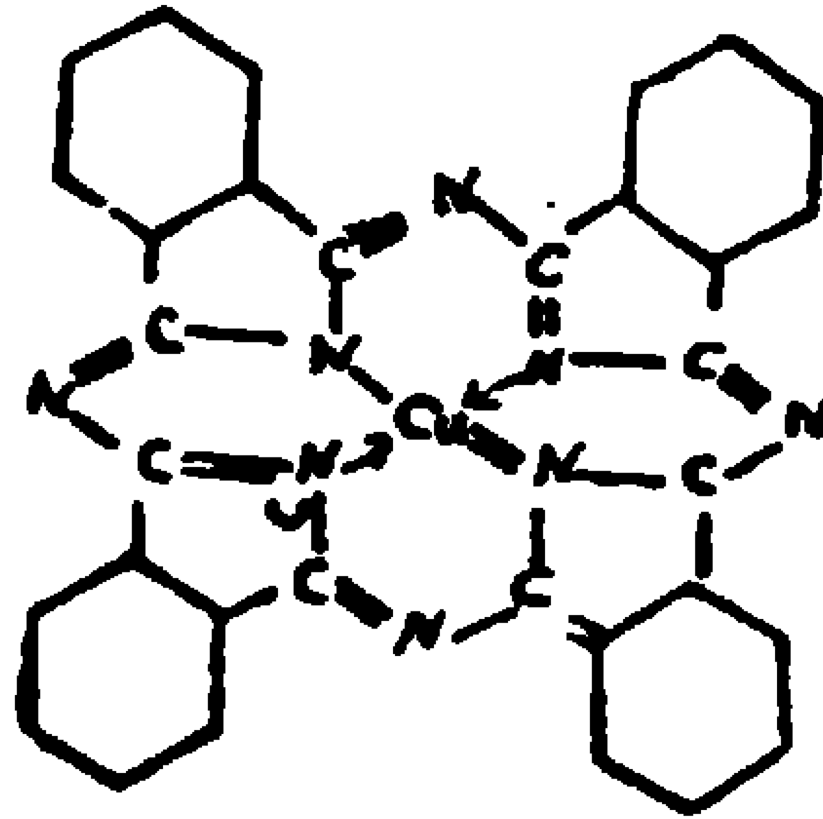
ملونات البجمنت الغير عضوية ، والبجمنت العضوية .

ملونات البجمنت الغير عضوية (Inorganic Pigments)

تتكون هذه المجموعة من بودرة المعادن ، اكاسيد المعادن والاملاح الغير ذائبة المختلفة ، ومن أمثلة ذلك بودرة الالومنيوم ، الذهب ، النحاس ، والبونز ، وكذلك ثانى اكسيد التاتنيوم واكسيد الزنك ، كربونات الكالسيوم كرمات الرصاص وأكاسيد الحديد كما يستخدم ايضا الكربون الاسود ، والملونات المعدنية مثل الكروم الصفر والكاكى المعدنى .

ملونات البجمنت العضـــوية (Organic Pigments)

تتكون هذه المجموعة من أملاح الاصباغ الغير ذائبة مثل المركبات المعقدة لحامض الملبـــديم والتنجستك مع الصبغات القاعدية . واكثـــر المجموعات استخداما من البجمنت العضـــوى هى صبغات الازوك الغير ذائبـــة والتى تتكون من المركبات المتازدة مع مركبات التزاوج بعيدا عن الخامة فى الواحدات الصناعية بكميات كبـــيرة وكذلك صبغات الاحواض الغير ذائبة ومركبـــات الفيثالوثيانين تعتبر ايضا من ملونات البجمنت الهامة خاصة اللون الازوق والاخضر واللون الازرق وهو المركب المعدنى للنحاس (Monstral Blue BS) اما المركب المعدنى للرصاص فهو Monostral Green وهذه لها درجات ثبات غير عادية للضوء ومقاومة المعالجات الكيميائية ولا تذوب فى المذيبات العضـــــــــــوية .



Copper Phtholocyanins

واســـتخدام الوان البجمنت تتيح فرصة اختيار تشـــكيلات الالوان الجذابة نظـــرا لاتساع مجال الاختيـــار وهذا يوجد ايضـــا فرصة اختيـــار التشكيلات التى تعطى درجات ثبات عالية للضوء ، أما درجات الثبات الممتازة للغسيل فيمكن الحصول عليها باختيار المواد اللاصقة الراتنجية المناسبة .

كما أن طريقة التشغيل تتيح الفرصة لاضافة احـــدى عمليات التجهيز النهائى فى نفس وقت الصباغة مثل مقاومة التجعد . . وخلافه : حيث ان طريقة التشغيل تتلخص فى غمر الاقمشة وعصـــرها ثم تجفيفها ومعالجتها حراريا على التوالى مثل معظم عمليات التجهيز النهائى التى تستخدم البلمرات

وبالتالى فان طريقة التلوين بالبجمنت والراتنج والتجهيـــز بالبلمرات يمكن أن يتم فى نفس الوقت .

والسهولة النسبية فى التشغيل يجعل هذا النظام يجذب الانتباه ، حيث يمكن الحصول على أعلى انتاج بأقل عمالة ممكنة .

أما عيوب هذه الطريقة فيرجع الى انخفاض درجـــات ثبات الاحتكاك كذلك صـــعوبة تكوين تشـــكيلات ذات عمق لون مرتفع . كما أن الطبقـــة الراتنجية المتكونة يمكن أن تتفكك بتأثير الضوء كذلك تأثيرها على ملمس الخامة

ويتوقف نجاح هـــذه الطريقة على مادتين اســـاسيتين هما البجمنت المستخدم والمواد اللاصقة المستخدمة .

فالبجمنت الذى يستخدم فى هذه الطريقة يجب أن تكون له قدرة تغطية عالية (Covering power) وبالتالى فان هـــذا يتطلب أن تكون حبيبات البودرة صغيرة جدا حسب قاعدة ابلر (Ebler's rule) وهى « أن قدرة التغطية تزيد مع انخفاض الحجم الجزيئى للبـــودرة » كما ان البجمنت يجب أن يكون ذات ثبات عالى للضوء ولا يتاثر بالمادة اللاصقة أو بالعمليات التى تجـــرى للخامة مثل الحرارة المرتفعة .

ويجب ان تكون له قوة انتشـار عالية فى محلول المادة اللاصقة والتى تساعد فى سرعة تكوين المحاليل ويعتبر الكربون الاسود ، البجمنت المعدنى ، بجمنت صبغات الاحواض والازوك من أكثر الملونات البجمنت استخداما حاليا .

المـــــــواد اللاصـــــــقة

BINDER

بعد معالجة الخامة بمحلول البجمنت مع المادة اللاصـــقة ومعالجتها حـــراريا يتكون غشاء رقيق (فيلم) ملتصق بســـطح الخامة جيدا ويغطى البجمنت تماما .

والمتطلبات اللازمة من هذا الفيلم المتكون هو أن يحوى تماما ودائما حبيبات اللون المستخدم ملتصقة جيدا بالخامة بجانب أن يكون ناعم الملمس ومرن بالدرجة الكافيـــة حتى لا يؤثر على المـــلمس ويحقق درجات الثبـــات المطلوبة للخامات المعالجة . بجانب ذلك يجب أن تكون المواد اللاصقة فى حالة سائلة وان تكون سهلة فى تحضير المحاليل اللازمة بالكثافة المطلوبة للتشغيل المناسب وقادرة على التحول الى مادة غير ذائبة على الخامة بمعالجات بسيطة وأسهل هذه الطرق المعالجة الحرارية للقماش المعالـــج وهذه هى الطريقـــة العملية فى التشغيل حيث يتكون الفيلم الغير ذائب نتيجة للبـــلمرة أو تكاثف الراتنجات المســـــــــــــتخدمة .

ويستخدم فى هذا المجال الراتنجات الطبيعية والصناعية والبلاستيك والتى تستخدم كمواد رابطة وســـوف نستعرض فيما يلى بعض الأمثلة من المـــواد الرابطـــــة المســـــتخدمة .

البـــــلمرات الطبيعيـــــة (Natural Polymers)

مثل الكاسين Casein ، الجيلاتين ، الغراء الغير ذائبة . . . الـــخ وثبات الغسيل عادة منخفض ولا تستخدم فى الوقت الحاضر .

البـــلمرات الطبيعيـــة المحســـنة (Modified Natural Polymers)

محاليل السليلوز استر مثل ليكرات نيترات السليلوز (Cellulose nitrate laquors) الا أنها تعطى صلابة للخامة وتغلغل ضعيف ، كذلك تكاليف واستخدام مذيبات مشتعلة تزيد من عيـــوبه . اثيرات الســـليلوز (Cellulose ethors) وهيدروكسيد الاثير للنـــوع الذائب فى القـــلوى يستخدم ايضــــا بطريقة البـــاد . كذلك يمكن اســــتخدام ســـــليلوز زانثيت (Cellulose Xanthote) (محلول الفسكوز) كمادة رابطة ، حيث يتكون السليلوز على الخامة بواسطة معالجة حامضية ، ولكن من عيـــوب هذه المواد التغير فى ملمس الخامة .

الراتنجات الصناعية والبلمرات (Synthetic Resins and Polymers)

تستخدم الراتنجات الصناعية والبلمرات كمادة رابطة فى هذه المعالجات بدرجة كبيرةوقد اتسع مجال استعمال هذه المواد وتزايد عددها بطريقةمطرده

وبعض هذه المواد المستعملة الاكريلات والراتنجات الفينولية وان كانت ليست مستحبة نتيجة لتلونها عند تعرضها للضوء . اليوريا والميلامين فورمالدهيد من الراتنجات التى تعطى نتائج جيدة خاصة عند خلطها ببولى فينيل اثينات او البولى فينيل كلوريد او المطاط الصناعى ، بلمرات مشتقات النايلون وبولى ايزوسينت (Polyisocyanate) . . . الخ .

طرق التشغيل

تستخدم فى هذه العملية وحدة غمر وعصر ، مجفف وفرن للمعالجة الحرارية (bakcr) ولا يلزم هنا وحدات تصبين او غسيل . ويلاحظ عند استخدام ماكينة الباد ان تكون صلابة درافيل العصر متساوية حتى لا ينتج اختلاف سطحى وفى عمليات التجفيف يفضل استخدام التجفيف بالهواء الساخن بدلا من اسطوانات التجفيف التى تساعد على الانتشار السطحى. اما اذا استخدمت السلندرات فيجب أن تكون السلندرات الأولية فى الماكينة اقل حرارة عن بقية السلندرات . ووحدات للمعالجة الحرارية تستخدم نفس الماكينات المستخدمة فى تجهيز الاقمشة بالراتنجات وعملية التحميص تحتاج من ٢ — ١٠ ق .

ومن امثلة تشغيل ملونات البجمنت المثال الاتى

طريقة الاكرامين (باير) (Acramine FKLN) او الهليزارين (BASF)

مادة الاكرامين FKLM او الهليزارين FA تكون منتشر متعادل فى الماء مع المادةالوسيطة مثل نيترات الامونيوم او الكبريتات او الكلور وكذلك

ثنائى امونيات الفوسفات ــ وتضاف الى المنتشر المادة اللاصـــقة .
وهناك مجموعة كبيرة من ملونات بجمنت لشركات متعددة متاحه للاستخدام
مع المادة اللاصقة ونسب الاستخدام التى تغطى هذه المجموعة هى :

ملونات بجمنت	٢ ــ ٣٠ جرام/كجم خامة
مادة الاكرامين او الهليزرين اللاصقة	٤٥ ــ ٩٥ " " "
حامض خليك (٣٠٪)	١٥ " " "
نيتــرات الامونيـــــــوم	٤ " " "

يقلب الاكرامين FKLM او الهليزارين FA فى حوالى ٥ مرات
وزنها من الماء يضاف حامض الخليك . تعجن صبغات البجمنت فى عشر مرات
من وزنها ماء ، تقلب مع معلق المادة اللاصقة المحمضة ، ويخفف بعد
ذلك المحلول الى اقل قليلا من الحجم المطلوب حيث يترك بعض المـــاء
لاذابه المادة الوسيطة ويضـاف بعض مواد التطرية (Softening agent)
مثل Persoftal FKL المتاحة وهذه اذا اضيفت تذاب فى حوالى ١٠
امثال وزنها ماء وتضـاف الى المعلق قبل تخفيفه . يصفى المحلول قبل
تشغيله ويضبط الاس الهيدروجينى الى ٤ .

تغمر الخامة وتعصر وتعالج حراريا عند ١٣٥م لمدة ٤ ــ ٦ ق .
ومعلق الهليزازين FKLM او معلق الاكـــرامين FA والبجمنت
يمكن ان تحتوى ايضا على مواد التجهيز المختلفة حيث تغمر الخـــامة
وتجفف وتأخذ مراحل التجهيز المطلوبة ثم تعالج حراريا بعد ذلك .

عيــوب هـــذه الطـــريقة

من عيوب الصباغة باستخدام هذه الطريقة انه لا يمكن اصلاح اى عيب
يظهر بعد صباغة القماش نظرا لصعوبة ازالة اللون الملتصق بالخامة .

ازالة الــوان البجمــنت

من الصعب ازالة الفيلم المتكون على الخامة نظرا لأن ظروف التشغيل قد اختيرت للحصول على فيلم مقاوم لأى عمليات بلل بعد ذلك . ولكن من الممكن تحطيم وازالة جزء من البجمنت من الفيلم اذا كان من فصيلة صبغات الازوك او الاحــواض وذلك بمعالجة الخامة بمحلول من الصــودا الكاوية (٢٠ جرام/لتر) وهيدروسلفيت الصوديوم (٦ جرام/لتر) ومادة البلجـــين Albigen A (١ جرام/لتر) . ويفضل أن يعاد صباغة الخامة مرة أخرى بملونات بجمنت نظــرا لان وجــود الفيلم الراتنجى سوف يعوق عملية الصباغة بالفصائل الاخــرى .

الفصل التاسع

الماكينات المستخدمة فى الصباغة

تتكون ماكينات الصباغة أساسا من حوض يحتوى على حمام الصبغة ومزود ببعض الامكانيات التى تتيح اضافة محاليل الصبغة . ايجاد حركة نسبية بين الخامة والحمام ومزوده أيضا بسخانات واجهزة تحكم فى درجات الحرارة والزمن وكذلك وسائل تحميل وتفريغ الماكينة .

ويختلف حوض الصباغة حسب نوع وشكل الخامة المطلوب صباغتها . فنسبة المحلول الى الخامة لها تأثير كبير على شكل الحوض والمثال على ذلك شكل حوض ماكينة الونش المستخدمة فى صباغة الاقمشة القطنية أقل غورا من تلك المستخدمة فى صباغة الصوف وهذا يرجع الى أن نسبة المحلول الى الخامة فى الحالة الاولى يجب أن يكون أقل ما يمكن لنقلل من كمية الصبغة التى تفقد مع المحلول .

كما أن شكل الحوض فى ماكينة الونش يختلف عن حوض ماكينة الجيجر أو حوض الغمر وكلها مرتبطة ارتباطا كاملا بنسبة المحلول الى الخامة ، طبيعة الخامة المصبوغة ، نوع الصبغة المستعملة وكذلك قابلية الصبغة للخامة .

وكانت أحواض الصباغة تصنع قديما اما من الخشب او الحديد المسبوك أو الصلب اللين . الا أن الخشب بطبيعته مسامى يصعب تنظيفه من الالوان وكذلك صعوبة المحافظة على اسطحة الداخلية ملساء ، والعديد من أنواع الاخشاب وبالاخص عندما تكون جديدة تفرز اصماغ ولجنين يتسبب عنها تبقيع للخامة . أما الحديد والصلب فينتج عنهما صدأ يؤثر فى عمليات الصباغة كما يمكن أن يتفاعل مع بعض الصبغات ويسبب فقد زهاء اللون . وهذا له اهمية كبرى فى حالة الألوان الزاهية .

وكانت محاولة تبطين الاحواض الخشبية بطبقة واقية مثل المينا (Enamel) ، المطاط أو الترسيب المعدنى (Metal ploting) قد ساعدت فى تحسين وضع هذه الاحواض ولكن تحت ظروف التشغيل المستمر

فى المصانع كانت لا تتحمل هذه المواد طويلا وتبدأ المتاعب من جديد . وعندما بدأت تغطية الاحواض بطبقة من معدن لا يصدأ (Stainless Steel) كانت هذه اولى الخطوات نحو تصنيع ماكينات الصباغة الحديثة — فهـذا المعدن مقاوم ولامع ويسهل تنظيفه وبعد ذلك بدأت تتطور هذه الماكينات حتى اصبحت تصنع كاملا من المعادن التى لا تصدأ . والمعدن المستخدم من النوع ٨ — ١٨ (٪ كرم ، ٪ نيكل) مع بعض الاصـناف من المعادن أخرى مثـل التنجستين أو المولبدين ومثل هذه السبيكة تحمل طبقة أوكسيد خاملة تسمح باستخدام اى محاليـل ولا تسبب اى تعتيم للون ولا تسبب أى تحلل لمـاء الاكسجين او تسمم للانزيمات . ولكن هيبوكلوريت الصـوديوم يسبب مع الوقت صدأ للمعدن اما كلوريت الصوديوم فيؤثر فيه بسرعة الا انه فى الحالة الاخيرة وجد أن استخدام بعض المواد المانعة فى المحلول تقلل من الصـدأ . وهناك بعض المعادن الاقل استخداما وهما معدن المونيل (Monel) (وهو سبيكة متكونة طبيعيا من ٢ نيكل : ١ نحاس) والاخرى معدن انكونيل (Inconel) (وهى سبيكة حديدية بها كمية النيكل والنحاس تفـوق كمية الحديد) (٨٠ نيكل : ١٤ كروم : ٦ حديد) الا ان عيوب معدن المونيل . بالرغم من انه اكثر شمولا عن الحديد والصلب الا انه لا يحافظ على نعومة سطحه بالوقت ويصبح اكثر خشونة مكونا حفر صغيرة وهذه بدورها تمتلىء بالمواد الملونة التى يصعب ازالتها الا بالقشط . أمـا معـدن انكونيل فانه اكثر مقاومة حتى من الصلب الذى لا يصدأ ولكن انخفاض نسبة الحديد فيه تجعله مرتفع السعر .

والمواد البلاستيكية الخاملة بالنسبة للكيماويات قد استخدمت فى تصنيع انابيب البوليثين (Pigmented polythane) التى تستخدم لتوصيلات المحاليل الباردة وقد أمكن بذلك تجنب رواسب الحـديد التى كانت تتكون خلال العطلات الاسبوعية . ودهانات البولى تترافلوروواثيلين (Polytetrafluro ethylene) وراتنجات الابوكس (Epoxy Resins) له القدرة على حماية المعادن التى لا تغمر فى محاليل الصبغة .

واضافة محاليل الصباغة الى حمام الصباغة اثنـاء عملية التشغيل عملية أساسية وتحتاج الى وسـائل سـهلة ويسـيرة لضمـان الحصـول على

صباغة متجانسة وهذا لا يمثل مشكلة عندما تتم الاضافة فى عدم وجود الخامة التى تصبغ اما بالنسبة للطرق التى يصعب فيها فصـل الخامة عن المحلول وقتيا الا بصعوبة ، فان المادة تضاف الى الحمام مباشرة ولكن ببطىء شديد أو أن يستخدم تانك خارجى متصل بالماكينـة .

اما فى حالة الماكينات التى تعمل تحت ضغط اعلى من الضغط انجوى ، فان الاضافة تتم عن طريق وحدة متصلة بوصلات محكمة تمنع تسرب البخار بجانب التطور فى ايجاد الوسائل السهلة والسريعة لهذه العملية .

وحركة الخامة فى المحلول تتم بواسـطة موتورات كهربائية منفصلة ومعزولة تماما ضد الابخـرة الناتجة من التشغيل وتتم بواسـطة طلمبات تقليب المحاليل او بالحاقن (Injector) او بطرق اخـرى .

والتسخين يكون عن طـريق بخار من انابيب مثقبة أو سـربنتينات مغلقة (Closed coils) وفى بعض الحالات يستخدم البخار للمساعدة فى التقليب بالفوران خاصة اذا كانت الحركة بين الخامة والمحلول ضعيفة ولكن عيوب هذه الطريقة انهـا تسبب تخفيف للمحلول. وفى حالة التسخين بالدوائر المغلقة فان البخار لا يتواجد فى الحمام الا عندما تصل درجة الحرارة الى الغليان وهذا له ميزة فى حالة ما اذا كانت الخامة لا تتحمل حركة فوران البخار . واستخدام سربنتينات التسخين تستدعى وجود مصايد الماء المتكثف (Thermostatic Steam-traps) وبالنسبة لتحميل وتفريـغ ماكينـات الصباغة فان سهولة هذه العملية لها أهمية اقتصادية فى مصانع الصباغة الحديثة وتتم هذه بسهولة باستخدام أوناش رافعة متحركة ذات أشكال متعددة تناسب حجم الماكينات ومساحة عنبر التشغيل .
عنـبر التشـــغيل .

اما بالنسبة لاجهزة الضبط ورصد الزمن والحرارة الاتوماتيكية أثنـاء الصباغة فقد ازداد الاقبال عليها حيث تزود بها ماكينات الصباغة الحديثة بجانب استخدام الماكينات المزودة ببرامج التشغيل بحيث يتم تشغيل الماكينة اتوماتيكيا مثل (Drayton Regulator) وهذه تحافظ على ضبط اى درجة حرارة مع الزمن باستخدام ضغط الهواء .

والزمن يمكن التحكم فيه بسهولة عن طريق ساعة تعمل اتوماتيكيا
أما درجة الاس الهيدروجينى فيمكن قياسه عن طريق اجهزة يمكن ان تعمل اتوماتيكيا ، كما أن هناك بعض الامكانيات للتحكم فى كمية الهيدروسلفيت المستخدمة فى حمامات صباغة صبغات الاحواض وبالتالى تساعد فى ضبط استخدام المواد المختزلة والمحافظة على الصبغات الحساسة للمواد المختزلة

وهناك بعض التطورات المثيرة للاهتمام بالنسبة لتعيين التركيز فى حمامات الغمر وهو تنشيط المذاب ببعض فصائل المواد المشعة (Rodioactive isotopes) حيث يتم تعيين التركيز باستمرار عن طريق تدريج جهاز الجيجر (Geiger monitor) كما يمكن ايضا قياس تركيز الصبغة عن طريق اجهزة الاسبكتروفوتوميتر .

وهذا ملخص سريع عن بعض الامكانيات المتاحة والتى تزود بها ماكينات الصباغة الحديثة وكل يوم يحمل الينا العديد من التطورات فى هذا المجال والذى يساعد على زيادة جودة وانتاجية الماكينات المستخدمة خاصة الماكينات المستمرة التى تحتاج الى امكانيات تعمل بكفاءة عالية واجهزة تحكم شديدة الحساسية نظرا لانتاج هذه الماكينات المرتفع والذى لا يتحمل اى خطأ ينتج عنه تلف كميات كبيرة من الخامات .

وفيما يلى سوف نستعرض اهم الماكينات التى تستخدم حاليا فى صباغة الاقمشة القطنية .

١ — ماكينة الجيجر (Gigger)

الجيجر حوض يختلف سعته من ١٠٠ الى ٥٠٠ لتر حسب الطلب كما يختلف عرضه بدرجة كبيره ويعلوه من كل من جانبيه درفيل بعرض الحوض ، ويتم التسخين فيه بواسطة مجموعة مواسير البخار ويغطى بغطاء لمنع تسرب البخار والحرارة كما فى الشكل (٣٩) .

وهناك بجانب الجيجر الذى يعمل تحت الضغط الجوى — وهو النوع العادى — الجيجرات التى تعمل تحت ضغط أعلى من الضغط

الجوى والتى تستخدم فى صباغة الياف البولى استر او خلطاتها . وتزود الجيجرات الحديثـة بجهاز اتوماتيكى به حساس لتغيير اتجاه سـير القماش من درفيل الى آخر ــ كلما انتهى لفه على احدهما ــ كما يزود ايضا بجهاز ضبط الشد الذى يقع على القماش اثناء صباغته .

وتستخدم هذه الماكينات فى صباغة الاقمشة السـميكة او التى يخشى عليها من التنى او الكسر ، مثل اقمشة الاطلس .

٢ ـ ماكينـة الونـش (Winches)

تتكون هذه الماكينة من حوض كبير تختلف سعته من ٥٠٠ الى ٤٠٠٠ لتر تبعا لاحتياجات الوحدة الانتاجية ، ويعلوه درفيـل (يديره موتور) يحمل لفات القماش التى تكون على شكل حبل والمدلاة فى حوض ويديرها بحركة تقليب مستمرة تجعل اجزاء القماش تنغمر وتخرج من محلول الصبغة لتلف على درفيل وتعود الى الحمام مرة أخرى حتى تنتهى عملية الصباغة كما فى الشكل (٣٨) .

والحوض مزود بمواسير بخار لتسخين المحلول وغطاء لمنـع تسرب البخار وفقد الحرارة .

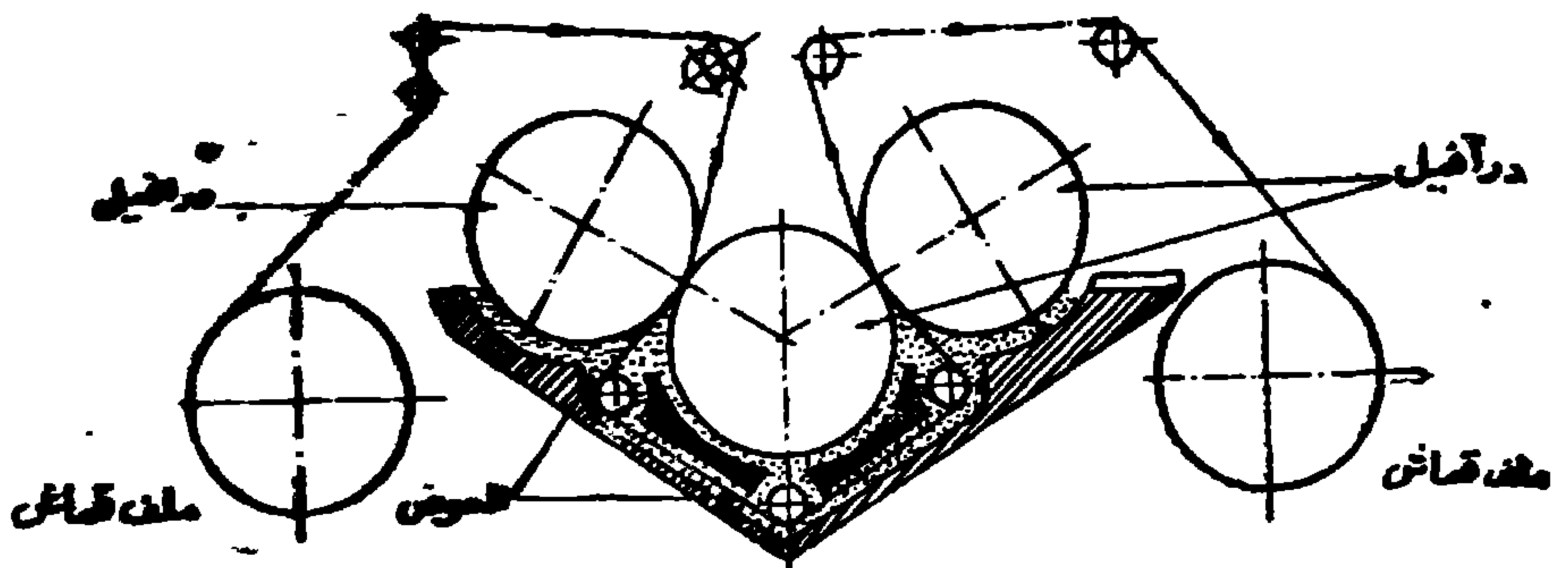
وتستخدم هذه الاحواض عادة لصباغة الاقمشـة الخفيفة او التى لا يخشى عليها من التلف او الكسر التى قد تظهر على سطحها بسبب تنيـــــــها .

٣ ـ ماكينـة الغمـر والعصـر (Padding Mangle)

كلمة « بـاد » انجليزية وترادفها كلمة « فولارد » الفرنسـية وكلاهما مستعمل ومعروف لدينـا .

وتتكون الماكينة من حوض صغير تختلف سعته من ٢٠ الى ١٠٠ لتر يعلوه درفيـلين يمر بينهما القماش الخارج من محلول الصـبغة ويتم عصره بينهما بواسطة الضغط الهيدروليكى الواقع بين الدرفيلين .

وقد يزيد عدد درافيل العصر فى الماكينةمن اثنين كما قد يختلف وضعهافتكون اما رأسية أو أفقية تبعا لنوع وسمك ووزن الاقمشة المالية وحسب الفصائل المستخدمة فى الماكينة . كما فى الشكل (٨٢) .

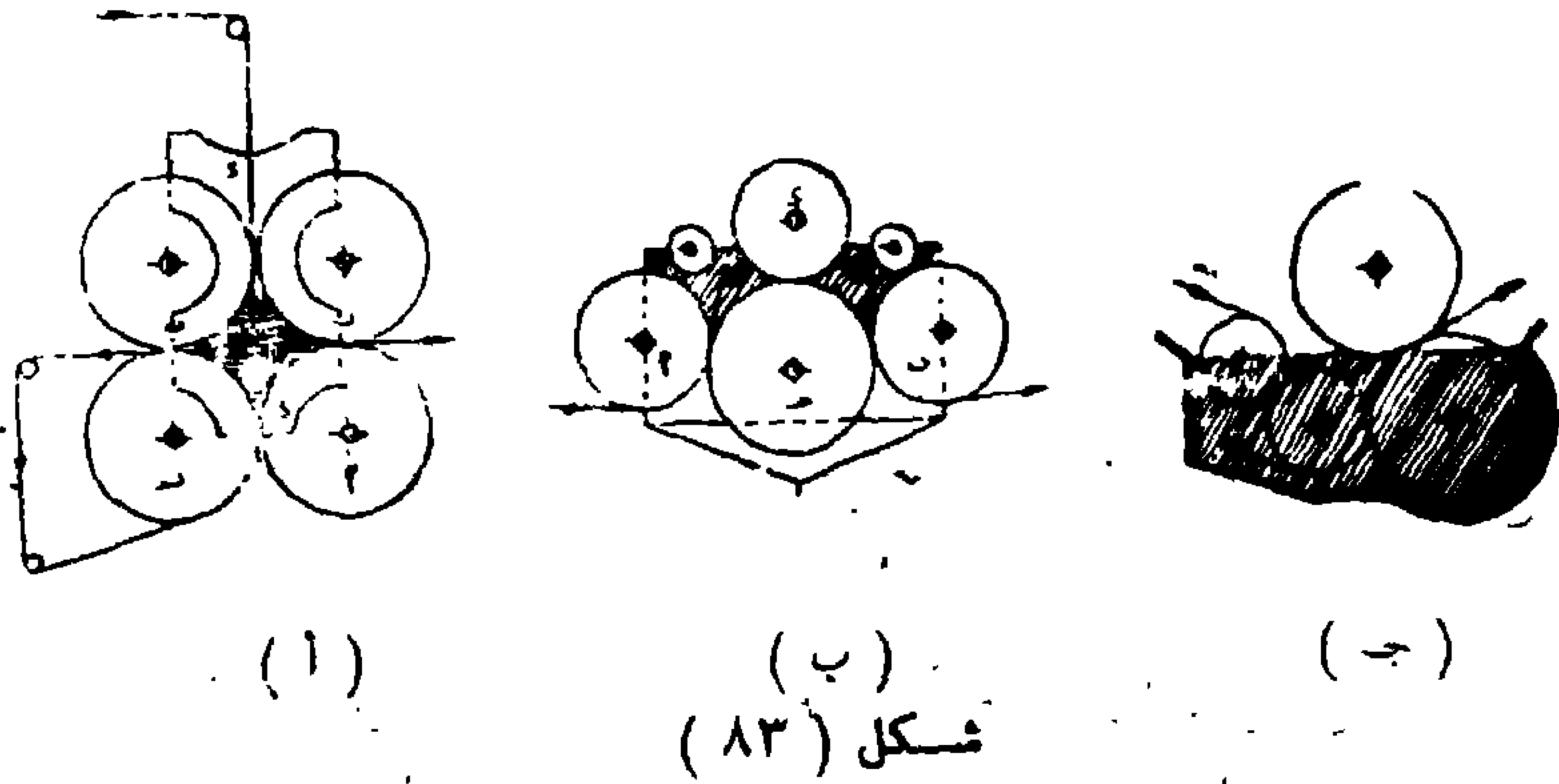


شــكل (٨٢)

ويلعب درفيل العصر دورا هاما فى عملية العصر من ناحية حجمه وطبيعة الطبقة التى تغطيه وسمكها وقوة الضغط الواقع عليه .

والطبقة التى تغطى درافيل العصر لها تأثير مخصوص على كمية السائل التى تحتفظ به الخامة ، فمحتوى الرطوبة (Moisture Content) يجب أن يكون اقل مايمكن لسهولة التجنيف ، وبالاخص عند السرعات العالية ويتحقق ذلك عند استخدام درافيل ذات اقطار صغيرة ومغطاه بطبقة رفيعة من مادة صلبة ـــ بصرف النظر عن الضغط الواقع عند العصر . كذلك سرعة الغمر تؤثر على كمية المحلول المأخوذه ، حيث أن السرعة العالية ينتج عنها عصر ضعيف ومن ناحية أخرى فان العصر الضعيف يترتب عليه تركيز عالى للمحلول فى الخامة وهذا يستلزم أن تكون أحواض الغمر صغيرة بقدر الامكان من الناحية الاقتصادية وايضا لتجنب مشاكل القابلية بين الخامة والصبغة والتى قد ينتج عنها انخفاض تركيز الصبغة فى الحمام . وهذا يمكن الوصول اليه اما عن طريق استخدام درافيل ذات حجم كبير أو وضع عوائق فى الحوض ومرور الخامة فى الحوض يجب أن يكون أطول ما يمكن أو أن تمر الخـــامة اكثر من مرة للحصـــول على تغلغل جيـــد للخامة . ومن امثلة الاحـــواض المستعملة ما يأتى كما فى الشكل (٨٣) .

وفى ماكينات الغمر الحديثة تستخدم طرق الضغط عن طـريق ضغط الزيت (Hydraulic) او ضغط الهواء (Penumatic) للحصول على ضغط منتظم بعرض الدرنيل بجانب قوة ضغط عالية ومتغيـرة فى نفس الوقت وبالتالى يمكن ضبط الضغط مع سرعة الماكينة للحصـول على نسبة العصر المطـلوبة . وفيما يلى بعض الأمثـلة لماكينات الغمر المسـتخدمة شـكل (٨٣) .



شـكل (٨٣)

ماكينـــــة بننجـــــر (Benniger)

تستخدم هذه الماكينة فى صباغة الاقمشـة بصبغات الاحـــواض ويمكن استخدامها أيضـا فى صباغة الاقمشـة الرفيعة جدا كالكريب كذا اقمشة القطيفة بأنواعها دون اتلافها بتخفيف الشد او عدمه .

ويتكون الحوض من هيكل مصنوع من الحديد ومركب عليه ٤ اسطوانات من المطاط المضغوط أو الابنوس وتتحرك الاسطوانة المحركة تبعا لاتصالها بموتور الادارة كما تتحرك الاســطوانات الثلاثة (ب) بحكم ضغطهـا على الاسطوانة المحركة (ا) والضـغط الحادث بين هذه الاسـطوانات يكون متعادلا ومن الممكن موازنته تبعا لنوع الاقمشـة المستعملة .

ويتكون حوض الصبّاغة من المسافة بين هذه الاسـطوانات الاربع القليلة الحجم والتي لا تحتوى على اكثر من ١٠ لترات فى ماكينة عرضها ٣٦ بوصـــــــــة .

يمر القماش خلال حوض الصباغة حول اسطوانتين صغيرتين مارا بين اسطوانتى العصر العلويتين ، فيضغط الهواء الى خارج القماش ويزيد من قابلية القماش لامتصاص المحلول . ويمر القماش بعد تشبعه بالمحلول للمرة الاولى بين اسطوانتى العصر بالجهة اليسرى ثم حول اسطوانات صغيرة استعدادا لمروره بين الاسطوانتين السفليتين الى حوض الصباغة للمرة الثانية ثم الى خارج الماكينة من الجهة المضادة اى من الجهة اليمنى حيث يلف على أسطوانة أخرى أو الى حجرة التجفيف مباشرة استعدادا للعمليات الاخرى من اختزال واكسدة وتصبين .

ولاحكام تحديد حوض الصباغة وعدم تسرب المحلول تضغط العوارض المصنوعة من الصلب الغير قابل للصدأ المكونة لجوانب الماكينة (د) على قطاع الاسطوانات الاربعة .

ويغذى حوض الصباغة بالمحلول من الحوض الى داخل الماكينة ويعود ثانيا — وهكذا بحركة دائرية منتظمة وبذلك يسهل توزيع المحلول على الخامة بالتساوى طوال عملية الصباغة — كما تتمكن من ضبط درجة حرارة المحلول فى حوض التغذية .

ماكينة هوبلد (Haubold)

تختلف هذه الماكينة من حيث الشكل وحجم الدرانيل عن سابقتها كما فى شكل (٨٢ ب) ويصبغ القماش بمروره خلال الماكينة فى اتجاه السهم اذ نجد أن القماش يمر من تحت الاسطوانة (أ) بين الاسطوانتين (أ) ، (ج) مارا بحوض الصباغة حول احدى الاسطوانات الصغيرة ثم بين الاسطوانتين (ج) ، (د) حيث يضغط ضغطا خفيفا ثم يمر فى محلول الصباغة للمرة الثانية الى خارج الماكينة مارا بين اسطوانتين (جـ) ، (ب) .

ماكينة زيتو (Zittau)

يمر القماش فى هذه الماكينة بين اسطوانتى العصر للمرة الاولى لطرد الهواء الموجود ويزيد قابلية القماش لامتصاص المحلول نتيجة الضغط الواقع

عليه اما مروره بين اسطوانتى العصر للمرة الثانية فليتغلغل محلول الصباغة داخل مسام القماش الذى يزيد بمروره الاخير بين اسطوانتى العصر قبل خروجه من الماكينة كما فى الشكل (٨٣ جـ) .

ماكينة الباد رول (Pad Roll Machine)

تكون هذه الماكينة ، كما فى شكل (٤٣) صفحة (١٨٤) ، من حوض لغمر القماش ثم تخزينه فى حجرة سبق تسخينها ، حيث يلف القماش داخلها على ملفات كبيرة وهو مفرود جيدا ، ويترك فترة من الوقت كافية للحصول على تغلغل جيدا للخامة . وهذه الماكينة تساعد فى الحصول على خامات ذات درجات ثبات بلل عالية نظرا لأن مرحلة تغلغل الصبغة داخل الخامة (Diffusion) تتم بدرجة أفضل وبالتالى تمنع تكوين الصباغة الحلقية (Ring Dyeing)

وحجرات التخزين المستخدمة يمكن ان تستبدل عند امتلأها باخرى فارغة وفى نفس الوقت يكون هناك حجرة ثالثة يسحب منها القماش المصبوغ للغسيل والتجفيف وهذا يعنى أن هذه الطريقة تمثل عمليات صباغة نصف مستمرة .

ماكينات الصباغة المستمرة (Continuous Piece Dyeing)

أن معالجة الاقمشة بطريقة مستمرة قد بدأ التفكير فيها خلال الحرب العالمية الثانية عندما كانت هناك كميات هائلة من الاقمشة تصبغ بعدد محدود من الالوان وقد ادى نجاح التكنولوجيا التى استخدمت وقتئذ على تطور هذه الماكينات فيما بعد الحرب وبدأت تظهر ماكينات صباغة حديثة ومتطورة لصباغة الخامات القطنية ولقد أخذت الطرق الحديثة لصباغة الاقمشة تتطور سريعا بغية الحصول على اقصى كمية ممكنة من الانتاج ،وهكذا ظهرت الطرق المستمرة للصباغة لتواكب الطرق المستمرة للتحضير .

واهم ميزات الطرق المستمرة على الطرق العادية هى الآتية :

١ — معدلات الانتاج العالية يجعلها ذات اهمية اقتصادية خاصة فى مجال التنافس والتصدير .

٢ - الاقتصاد فى الايدى العاملة ، والتى اصبحت تؤثر بدرجة مرتفعة خاصة فى الدول المتقدمة ، وكذلك الاقتصاد فى استهلاك البخار والمـــواد الكيميائيـــة .

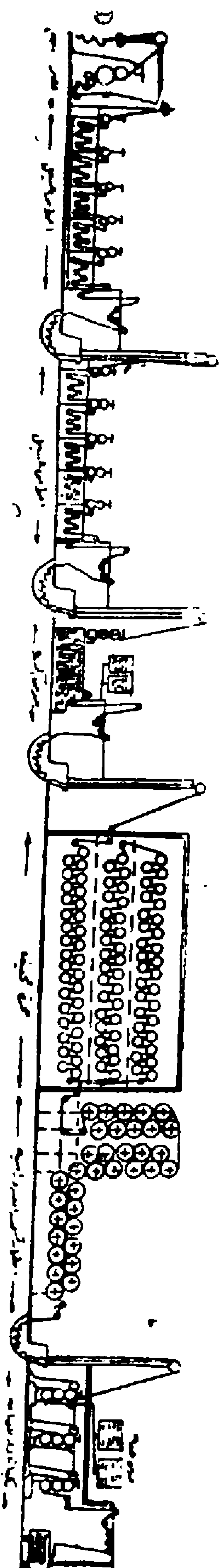
٣ - الحصـــول على تجانس عـــال للون وعدم وجود فـــروق بين التركيبة والاخرى كما فى الجيجـــر .

الا انه يلزم لتشغيل خطوط انتاج بالطريقة المستمرة ان تكون كميات الاقمشة المراد صباغتها للون الواحد لا تقل عن ٥٠٠٠ متر فى كل مرة حتى تكون العملية اقتصادية ولتفادى الوقت اللازم للتغيير من لون الى آخر والذى يستغرق حوالى ٢ - ٤ ساعات .

وفيما يلى سوف نستعرض بعض الماكينات التى تعمل بطريقة مستمرة

١ - ماكينة صباغة الاسود الانيلين

تتركب هذه الماكينة من احواض الغمر والعصر - حيث يتشبع القماش السابق تحضيره بمحلول الانيلين ، ثم الى خزانات ســنارى ومنه يمر على اسطوانات التسخين الافقية والرأسية ثم خلال حجـرة التجفيف الى خزانات سنارى استعدادا لمروره فى احواض الاكسدة ثم يمر خـــلال احواض الغسيل الى خزان سنارى آخـر ومنـــه الى اسطوانات التجفيف كما فى الشكل (٨٤) .



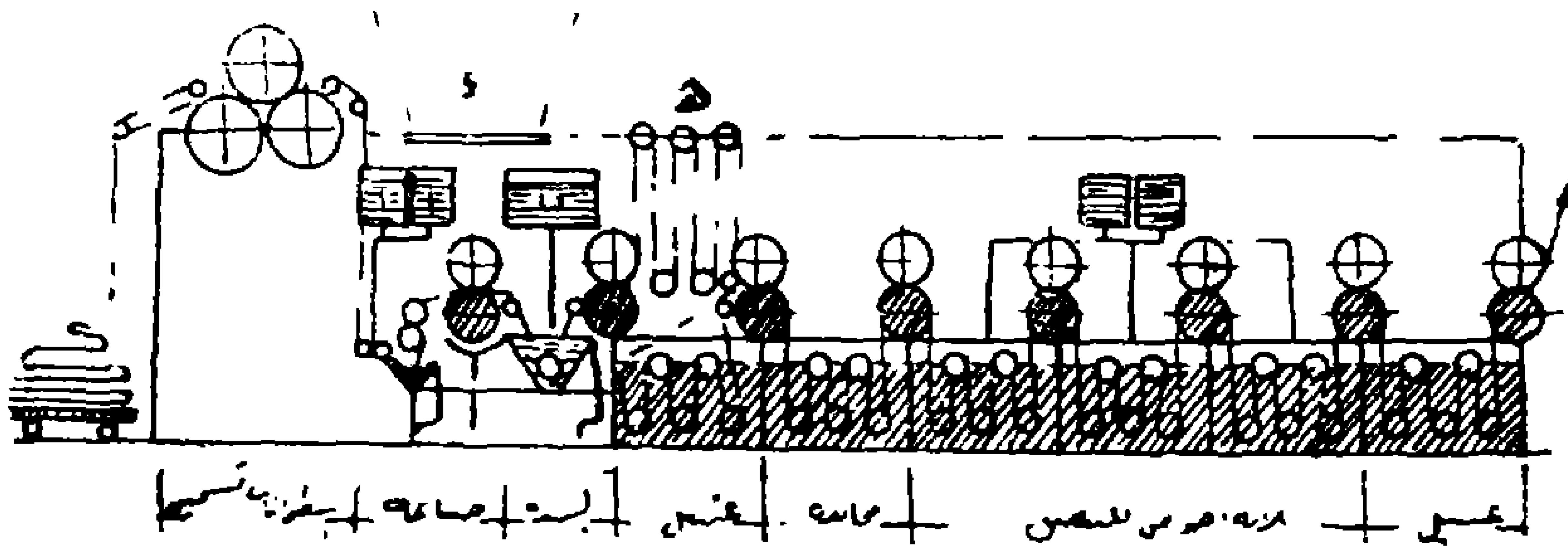
شكل (٧٤)

ويلاحظ عند تشغيل هذه الماكينة

١ – ان تكون درجة حرارة حجرة التجفيف ٥٢م
٢ – أن تكون درجة حرارة احواض الاكسدة ٥٠م
٣ – أن يكون الماء فى احواض الغسيل باردا

٢ – ماكينة الصباغة بصبغات الاحواض الذائبة

فى هذه الماكينة ، والتى تستعمل لصباغة الاقمشة بصبغات الاحواض « الانديجوزول » يمر القماش على اسطوانات تسخين وذلك لكى يفقد القماش رطوبته الكامنة وتكون له القدرة الكافية على امتصاص اكبر قدر ممكن من محلول الصباغة السابق تحضيره فى احواض التغذية المخصصة . يمر بعد ذلك القماش بين اسطوانتين للعصر ومنه الى حوض الاكسدة ومنه يمر على اسطوانات صغيرة سهلة التحريك لاطالة زمن تعرض القماش للهواء ثم الى حوض الغسيل والمحايدة . كما تتم عملية التصبين فى ثلاثة احواض . والحوض الاخير خاص بالغسيل بعد التصبين وبعدها يكون معدا للتجفيف . والشكل (٨٥) يبين قطاعا جانبيا لاحدى هذه الماكينات . .

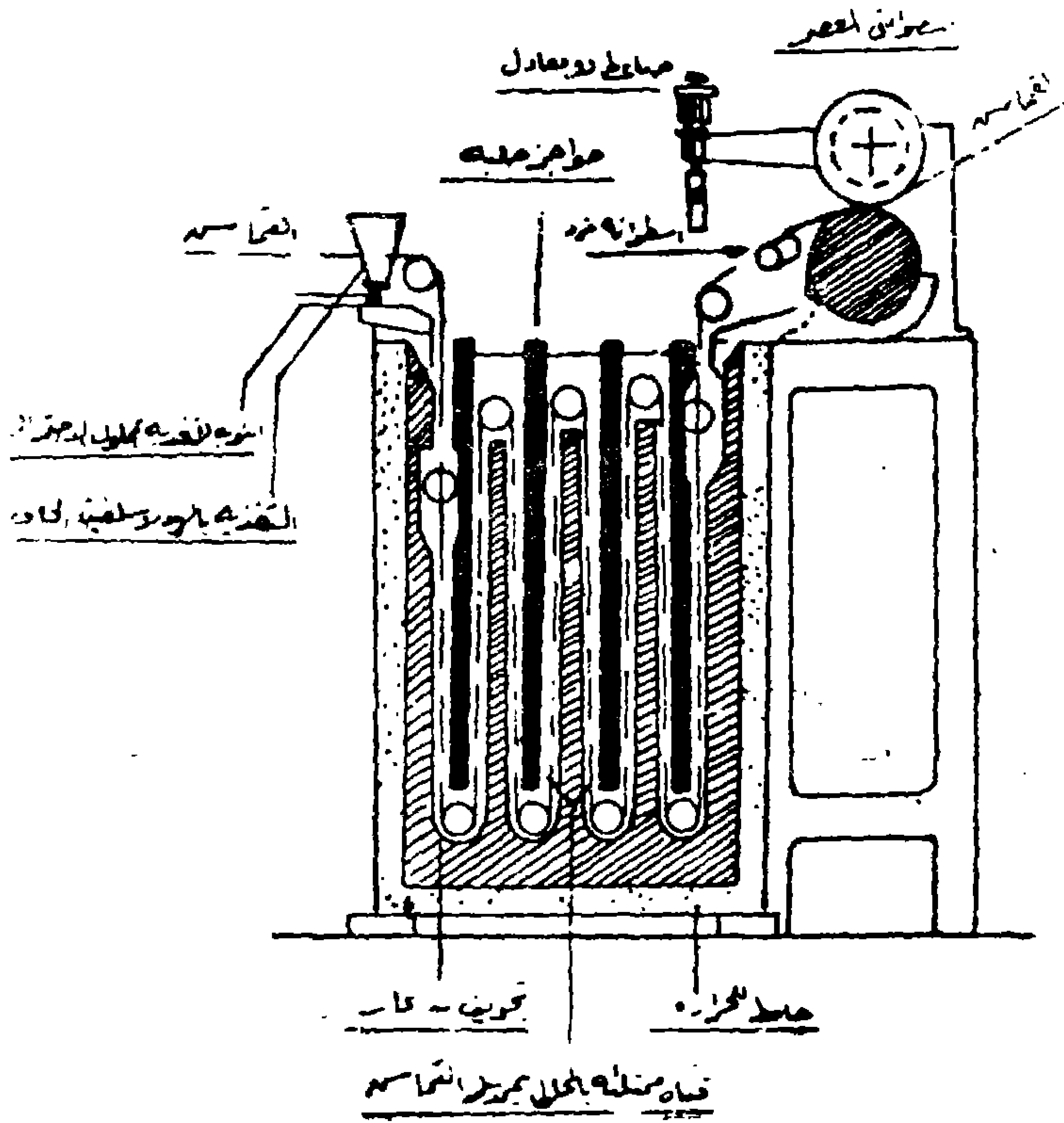


شكل (٨٥)

٣ – ماكينة وليام لصباغة الاقمشة

تستخدم هذه الماكينة لاختزال القماش المغمور بالصبغة العالقة وتتركب هذه الوحدة من تنك معزول ومثبت فيه حوائط بخار

(Steam Chest) والتى تكون جدارا لاربع قنوات محاليل كما فى الشكل (٨٦) متصلة داخليا وحجم هذه القنوات الاربعة يمكن تقليله عن طريق بعض العوائق المفرغة والتى يمكن ازالتها عند الحاجة . عند القاع وبين كل قناة يوجد درفيل يساعد على سير القماش .



شكل (٨٦) قطاع تفصيلى لوحدة وليام

المحسوس والذى يساعد على عمليات امتصاص وتغلغل الصبغة يمر القماش الى اسفل القنوات محدثا نوعا من التقليب

وفيها يختزل القماش بمحلول الصودا الكاوية والهيدروسلفيت ثم بين اسطوانات العصر الى احواض الغسيل والاكسدة ثم التصبين والغسيل والتجــــــــفيف .

شكل (٨٧)

ولقد اثبتت هذه الماكينة القدرة الملموسة من الوجهتين الانتاجية والاقتصادية لما وصلت اليه من نجاح فى جميع عملياتها المستمرة من حيث التحضير او الصباغة وذلك للاسباب الآتيــة :

١ ــ تحافظ على الحركة الدائرية للمحلول المستمدة من حركة القمـــــاش .

٢ ــ تعطى سرعات مختلفة تبعا لنوع وحالة المحلول .

٣ ــ تحتاج الى كمية قليلة من المحلول واقل كمية من البخار .

٤ ــ تحتفظ بالخام فى المحلول لطول وقت ممكن دون أن يتعرض القماش للاكسدة فى الجــو .

٥ ــ تستخدم فى الحصول على درجات مختــلفة العمق من الالــــوان .

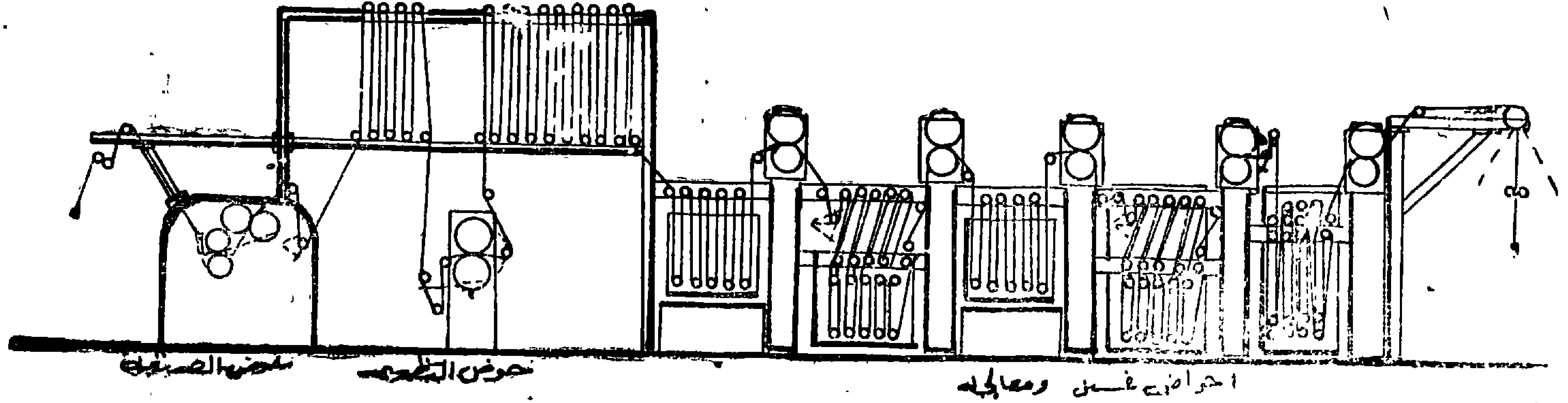
٦ ــ تعطى درجات حرارة مختلفة حسب تصــائل الصبغات المختـــــلفة .

٧ ــ كما ان حجم الوحدة صغير ويحتاج الى مساحة محدودة لاقامتهــــــــا .

٤ ــ ماكينة باد التظهير (Pad-develop)

تتكون هذه الماكينة من سلسلة من الوحدات المتتالية : تبدأ بوحــدة

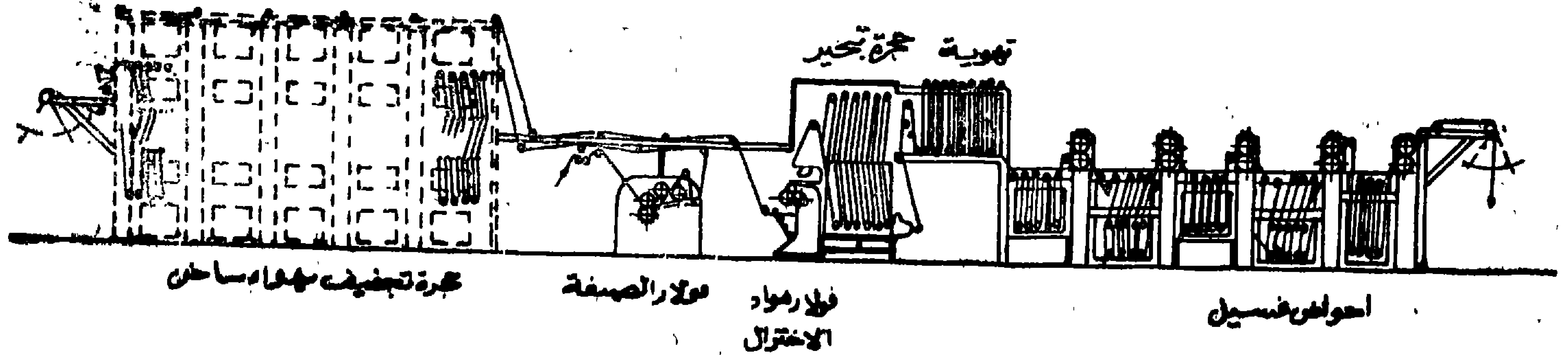
« باد » ثم حوض على شكل حرف (V) مركب فى قاعدته درفيل يمر من تحته القماش ، فوحدة « باد التظهير » ليظهر اللون النهائى للقماش . يغســل القماش بعد ذلك فى ماكينة الغسيل للتخلص من فائض الصبغة التى فيه » كما فى الشكل (٨٨) .



شـكل (٨٨)

٥ - ماكينة باد / بخار (Pad-Steam)

تبدا سلسلة الوحدات فى هذه الماكينة ، كما هو مبين فى صفحة (٣٧٢ بحوض عصر (باد) يليه غرفة التجفيف وتوجد بها مجموعة درافيل يمر عليها القماش فى مسيرة ذهاب وايا بمع هواء ساخن ، يلى ذلك وحدة باد الاختزال لوحدة لتبخير القماش ، ثم الغسيل للتخلص من فائض الصبغة الذى فى القماش كما فى الشكل (٨٩)



شكل (٨٩) ماكينة صباغة مستمرة (باد / بخار)

المكينات التى تعمل بنسبة محاليل منخفضة
Low Liquor Ratio Machines

الاتجاه الحديث فى صناعة ماكينات الصباغة هو خفض كميات الميـــاه المستخدمة والصباغة بنسبة مياه منخفضة (Low Liquor ratio) وذلك لخفض تكاليف الانتاج من النواحى الآتيـــــة

— خفض تكاليف معالجة الميـــاه وتكاليف التخـــلص منها بعد عمليات الصباغة للمحافة على نظافة البيئة من التلوث .
— خفض تكاليف الطاقة اللازمة للتشغيل .
— خفض كمية الفاقد من المواد الكيميائية المستخدمة مثل الاملاح والمواد المساعدة — التى تتكافىء مع حجم المياه المستخدمة
— خفض كمية الفاقد من الصبغات التى لا تستنفد كليا من الحمام (مثل الصبغات المباشرة) والتى تذهب مع المحاليل المتخلفة عن الصباغة

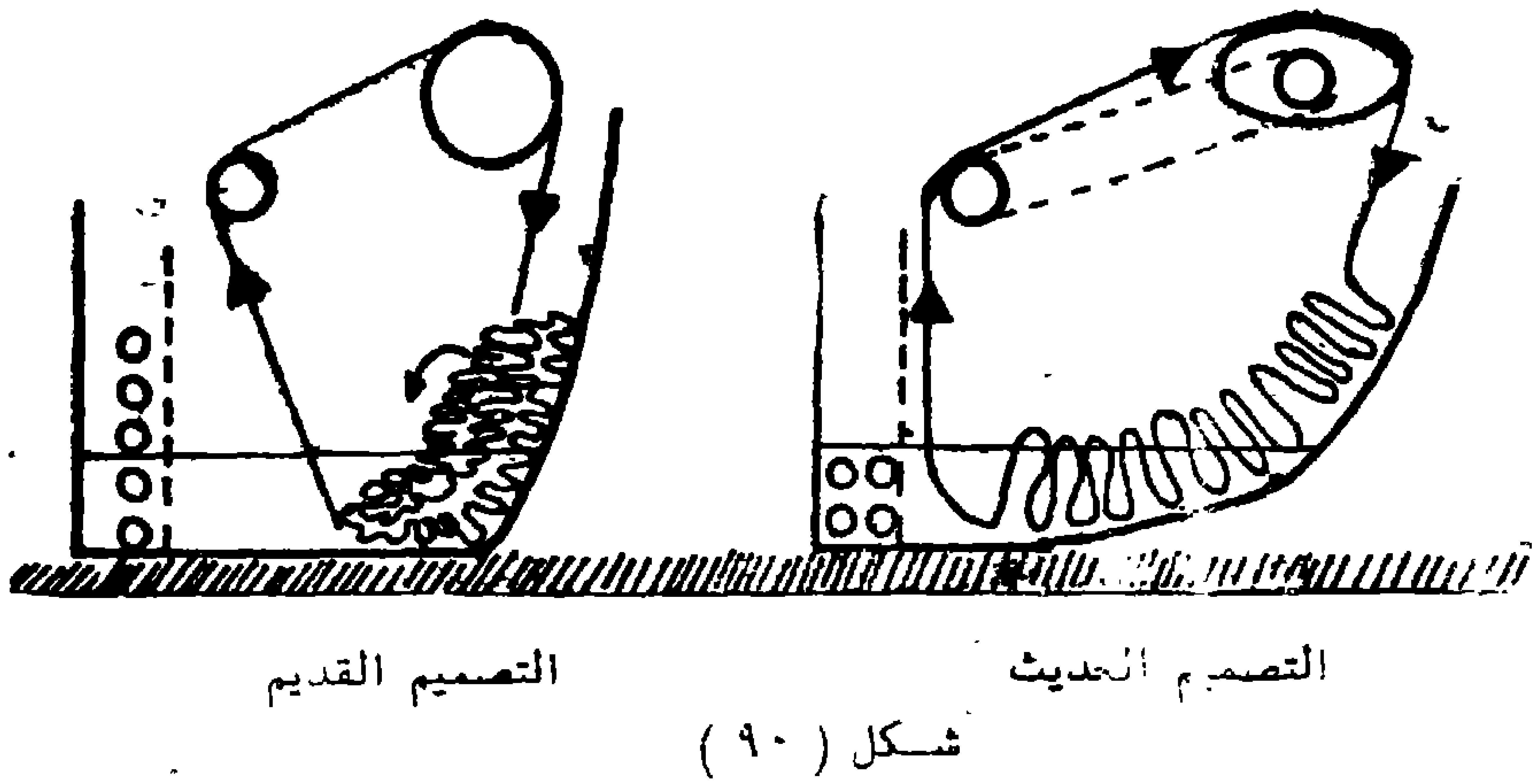
ولقد ظهرت عـــدة ماكينات تصبغ بطريقة الاستنفاذ منها ماكينـــات الجيت (Jet) التى تستخدم نسبة محلول من ٦ : ١ الى ١٠ : ١ كمـــا ظهرت ماكينة جيروستوك (Gyrostock) (لشركة (Barriquand) فرنسا) والتى تستخدم نسبة محلول ١½ : ١ .

ومن الافكار الحديثة التى استحدثتها شركة ســاندوز (Sandoz) هى طريقة (Sancowad) التى تعتمد على استخدام بعض المنظفات القوية او بعض مساعدات الصباغة التى تقوم بعملها بدون تكوين رغاوى أو تمنع تكوين الرغاوى منذ البداية .

وكما تبين النشرات العلمية للشركة المنتجة (ساندوز) فان هذه الطريقة يمكن أن تستخدم فى مجالات متعددة تبعا للامكانيات المتاحة المختلفة للشركات

ومن الامثـــلة على ذلك امكانية الصباغة على ماكينـــة الونش والتى تستخدم فى الطريقة التقليدية نسبة محلول ٢٠ : ١ بخفض نســـبة المحلول

الى ٨ : ١ ولقد استلزم ذلك بعض التعديلات فى تصميم الماكينة كما هو مبين بالشكل (٩٠) .



التصميم الحديث　　التصميم القديم

شكل (٩٠)

والذى يشمل الآتى :

١ ــ اختلاف فى ذراع الونش (أ) الذى يساعد على رص القماش على هيئة طبقات عريضة .

٢ ــ وجود ماتور يساعد على رفع الخامة من المحلول .

٣ ــ تغيير شكل حائط الونش ليكون ميلا ليجعل القماش يتحرك الى اسفل بطريقة سهلة

٤ ــ تثبيت دوائر التسخين (Heating Coil) فى اسفل الماكينة حتى تكون مغمورة جيدا فى المحلول .

ماكينة الجيت (Jet Dyeing Machine)

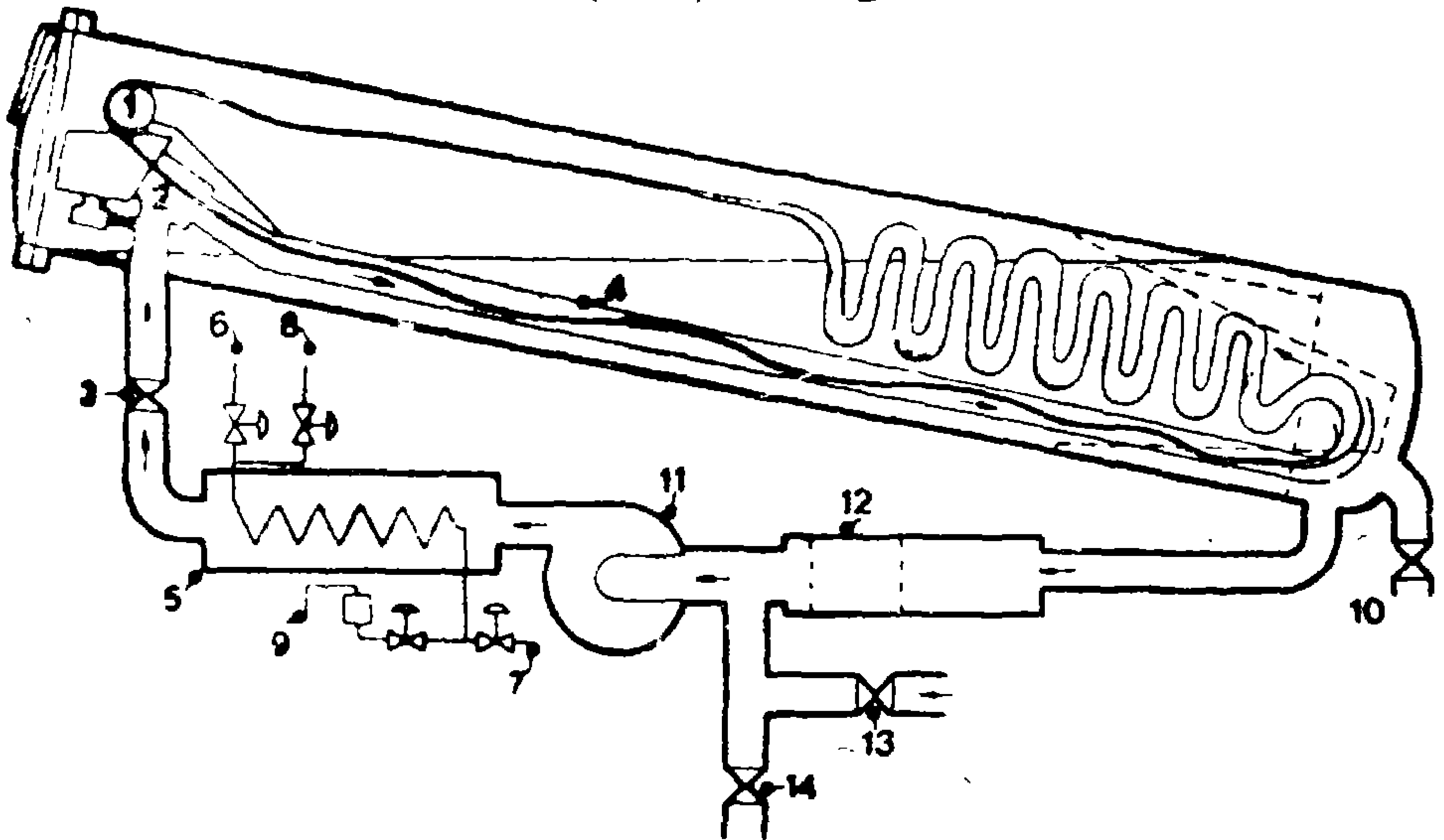
يستخدم هذا النوع من ماكينات الصباغة فى تشغيل كافة أنواع الاقمشة سواء المصنوعة من الاليات الطبيعية أو المخلوطة ، ويمتاز بأنه يستخدم نسبة محلول للخامة منخفضة بالنسبة الى ماكينة الونش ، كما يعمل عند درجة حرارة تصل الى حوالى ١٤٠ ْم . وتختلف هذه الماكينات من ناحية

الحجـم والشكل والامكانيات المتاحة لتلائم النوعيـات المختلفة من الاقمشـة المصنوعة من الخامات المختلفة ·

وتتم عملية الصباغة عن طريق دوران القماش (وهو على هيئـة حبل) المشبع بمحلول الصبغة بسرعة عالية من خلال فتحة داخلية وبقـوة دفع عالية تساعد على تغلغل الصبغة والحصول على صباغة متجانسة وخفض زمن الصباغة ·

وفيما يلى نبين احدى ماكينات الجيت انتـاج شركة بـلات لونج كلوز (Platt Longclose) والمعروفة باسم Ventura Sprint · وتعمل هذه الماكينة بنسبة محلول للخامة ١ : ٥ر٦ وبسرعة دوران القماش تصل الى ٤٥٠ متر فى الدقيقة ، كما تصل كفاءة الماكينـة الانتاجيـة الى ١٢٥ كجم للانبوبة (tube) الواحدة - حيث يمكن أن تتكون الماكينة من أنبوبة أو أكثر حتى أربعة أنابيب ·

وتتكون الماكينة كما فى الشكل (٩١) من الاتى



شـكل (٩١) ماكينة الجيت

١ - درفيل توجيه

٢ - فتحة ضغط (Jet nozzle) لدفع القماش المشمع بالمحلول ·

٣ ـ صمام جيت خانق

٤ ـ أنبوبة لدوران القماش

٥ـ وحدة تبادل الحرارة

٦ ـ صمام توصيل البخار

٧ ـ صمام لتوصيل الماء الى الداخل

٨ ـ صمام خروج الماء

٩ ـ خروج الماء المكثف

١٠ـ خروج ماء الشطف

١١ ـ الطلمبة الاساسية

١٢ ـ مصفى

١٣ ـ توصيل المياه

١٤ ـ تفريغ المياه والمحاليل ٠

وهناك أيضا أنواع أخرى منها النوع المسمى Uniflow لنفس الشركة ويمتاز بأنه يحتوى على درافيل مساعدة تدور بواسطة ماتور خاص لنقل القماش وبالتالى تساعد على تشغيل القماش تحت أقل شد ممكن وبسرعات مختلفة ، كما تعمل بنسبة محلول للخامة ١ : ٥ وطاقة انتاجية تصل الى حوالى ١٥٠ كجم للانبوبة الواحدة ٠

ماكينة جيروستوك

Gyrostock Dyeing Machine

يشبه هذه النوع ماكينة الونش الا أنها تعمل بنسبة محلول الى الخامة منخفضة جدا (١ : ٢) وتتكون من حوض يحتوى على الخامة ومحاليل الصباغة ومركب عليها رأس به درافيل تدور بواسطة ماتور خاص يعمل على سحب القماش ودورانه ومتصلا بها من الخارج حوض خارجى ٠ والماكينة مزودة بأجهزة لتشغيل الماكينة أتوماتيكيا ٠ وتصل الطاقة الانتاجية لهذا النوع من

الماكينات حتى ٦٠٠ كجم ٠

مقارنة عامة من الناحية الاقتصادية

بين الماكينات التى تعمل بنسب محلول منخفضة

فيما يلى نبين احدى الدراسات التى أجريت لمعرفة تأثير خفض كمية المياه المستخدمة فى الصباغة على استهلاك الماء والبخار والكهرباء وكذلك الصبغات والمواد الكيمائية المساعدة ٠ وقد أخذت هذه الارقام عند صباغة الغامة بصبغة أحواض وشملت على عمليات الغسيل والتبييض والصباغة والاكسدة والشطف النهائى وهو كالاتى كما فى الجدول (١٣) ٠

ملحوظة : شكل (٩٢) ملغى ٠

جــــدول (١٣)

نوع الماكينة	نسبة المحلول(١) للخامة	الطاقة الانتاجية	استهلاك: الكهرباء	استهلاك: بخار (كم)	استهلاك: ماء (م٣)	استهلاك: صبغات (كجم)	استهلاك: كيماويات (٢)	أيدى عاملة (ساعة)
الونش	١ : ٢٣	٢٠٠	٩ر٥	٣٣٨٨	٥١	٦ر٤	٣٣ر٢	٥ر٥
		٤٠٠	٣ر١٤	٦٧٧٦	١٠٢	٢ر٩	٣٣ر٢	٥ر٥
الجيت	١ : ٦	٢٠٠	٥٨	١٠٣٥	٦ر٢٥	٢ر٤	٢٩ر١	٥ر٤
		٤٠٠	٨ر٨٥	٢٠٧٠	٢ر٥١	٤ر٨	٢٩ر١	٥ر٤
جيروستوك	١ : ٥ر١	٢٠٠	٦ر٢٨	٤١٢	٧ر١٢	٤	١	٤
		٤٠٠	٣ر٨١	٨٢٤	٤ر٢٥	٨	١	١

(١) نسبة المحلول الى الخامة الجافة .

(٢) نسبة الكيماويات المستخدمة بالنسبة الى المستخدمة فى حالة ماكينة الجيروستوك .

التجـــــــــــفيف

تعتبر عمليات تجفيف الخامات المبللة من العمليات الهامة التى تمر بهـــا الخامة فى مصانع الصباغة والتجهيز النهائى ، فقـــد تسبب العملية متاعب عديدة كاختلاف فى ملمس الاقمشـة المجهزة أو نتائج غير متجانسة للخامات المصبوغة بالصبغات المباشرة أو النشطة بل وقد تتعدى ذلك الى حد اتلاف الياف الخامة نفسها هذا بجانب أن تكلفة عمليات التجفيف أصبحت فى زيادة مستمرة نظرا للارتفاع المستمر فى ثمن الوقود وتكاليف الطاقة وهو الموضوع الذى أصبح موضع دراسات كثيرة ومتعددة بغرض خفض تكلفة هذه العمليات

ولما كان الغرض من عملية التجفيف هو ازالة الماء الزائد الموجود على الخامة فانه يلزم معرفة الصورة التى يوجد عليها الماء قبل عملية التجفيف .

الحالة التى يوجد عليها الماء فى الخامة

من المعتقد ان الماء يوجد فى الالياف مرتبطا بها بصورتين :

١ ـــ كمية من الماء مرتبطة بالياف السليلوز أما بارتباط هيدروجينى بين ذرة الهيدروجين الموجودة فى الماء ومجموعة الهيدروكسيل الموجودة فى السليلوز او كطبقة لا تتعدى سمكها جزىء واحـــد موزعة على المناطق ذات الطاقة المنخفضة فى سلاسل السليلوز

٢ ـــ باقى كمية الماء ترتبط ارتباطا ضعيفا بالالياف ويمكن التخلص من الجزء الاكبر منها بوسائل ميكانيكية كالعصر ، وهذه الكمية توجد اما بداخل الشعيرات مسببة انتفاخا أو بينها وبين بعضها

عند بدء عملية التجفيف يسبب الارتفاع التدريجى فى درجة الحـــرارة زيادة فى معدل تبخير الماء الموجود على الخامة حتى تنخفض نسبة الماء الى نسبة معينة وتسمى بالنسبة الحرجة للرطوبـــة (Critical Moisture Content) واذا استمرت عملية التجفيف بعد ذلك ارتفعت درجة الحرارة ارتفاعا مفاجئا وقل فى الوقت نفسه معدل التجفيف ، لذلك يلزم الاحتراس والاقلال من سرعة التجفيف عقب تجاوزها ، والنسبة الحرجة لرطوبة القطن هى ٢٦٪ .

ميكانيكية عملية التجفيف

يوجد معظم الماء حول الشعيرات مرتبطا بها عن طريق الخاصة الشعرية ويكون طبقة واحدة متصلة خلال مجموعة الشعيرات العديدة الملتصقة بعضها ببعض ، فاذا تعرض جانب من الشعيرات للتسخين وتبخر جـزء من الماء نتيجة لارتفاع درجة الحرارة حل محله جزء آخر نتيجة لقوة الخاصة الشعرية وهذه تتبخر بدورها لتحل محلها كمية اخرى وهكذا حتى تتم عملية التجفيف.

اما اذا احتوى الماء على ماده مذابة كالاصباغ المباشرة مثلا فانه ينقلها معه أثناء هجرته من داخل الخامة الى الناحية القريبة من مصدر التسخين ، فادا ما تبخر تركها فى المكان الجديد ويطلق على هذه العملية « هجرة الصبغة (Dye migration) وتسبب هذه الهجرة نتائجا غير متجانسة اذ يختلف عمق اللون فى أحد أوجه الخامة عن الوجه الآخر منها ويمكن التقليل من ذلك عن طريق اضافة بعض المواد الكيميائية مثل الجينات الصوديوم والتجفيف فى مبخرات تعتمد على الهواء الساخن بدلا من التجفيف فعلى السلندرات .

طـــرق التجـــفيف

تنقسم هذه الطرق الى قسمين :

أ ـ العمليات التمهيدية للعصر لازالة أكبر قدر من الماء العالق مثل العصر بالدرافيل أو بالاجوزة ذات القوة الطاردة المركزية .

ب ـ عمليات التجفيف ذاتها والتى تستخدم فيها الحرارة للتخلص من الكميـة المتبقيـة من المـاء .

العمليـات التمهيـدية

هذه العمليات لها اهمية كبرى فى خفض تكلفة الطاقة اللازمة للتجفيف ، وكلما كانت هذه العملية ذات كفاءة عالية كلما امكن اجـراء عملية التجفيف ذاتهـا بطـاقة اقـل .

أ ـ العصـــــــــــــــر

تستعمل عادة ماكينة العصر ذات الاسطوانتين أو الاسطوانات الثلاث الرأسية (اسطوانتين من المعدن تتوسطها اسطوانة من المطاط المضغوط) ويختلف الضغط الواقع على نوع الخامة وعرض الماكينة ، وهذا النوع يستخدم بكثرة فى مصانع التجهيز ويلزم أن يكون الضغط الواقع على مستوى الاسطوانات متجانس والا تسبب فى بعض مشاكل التشغيل مثل اختلاف اللون على الجانبين أو فى العمليات المماثلة وان كانت ماكينات العصر الحديثة مزودة بضغط هيدروماتيك للتغلب على ذلك ·

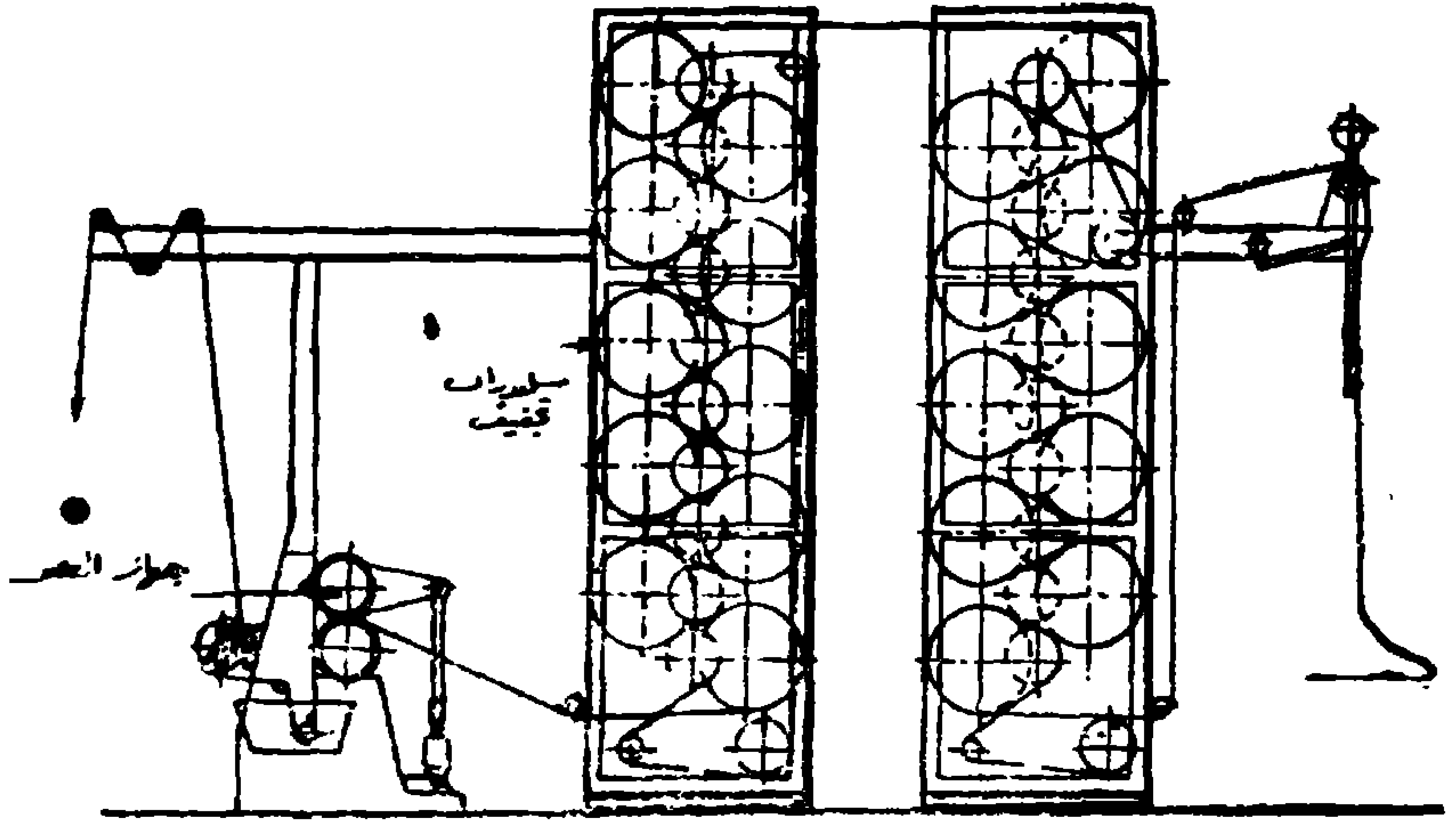
٢ ـ ماكينـــة النـــــفط (Suction Machine)

تستخدم هذه الماكينة لاستخلاص الماء الزائد من الاقمشـــة الوبرة او الثقيلة وهى مفرودة بعرضها الكامل كالقطيفة مثلا ، فيمر القماش فوق اسطوانة بأعلاها فتحة طويلة متصلة بمضخة ماصة تقوم بامتصاص الهواء الذى يتخلل الخامة حاملا معه الماء الزائد ومن الممكن التحكم فى طول الفتحة الموجودة بالاسطوانة لكى تلائم عرض القماش ·

ثانيا ـ عمليـــات التجـــفيف

١ ـ التجـــفيف بالســـــلندرات

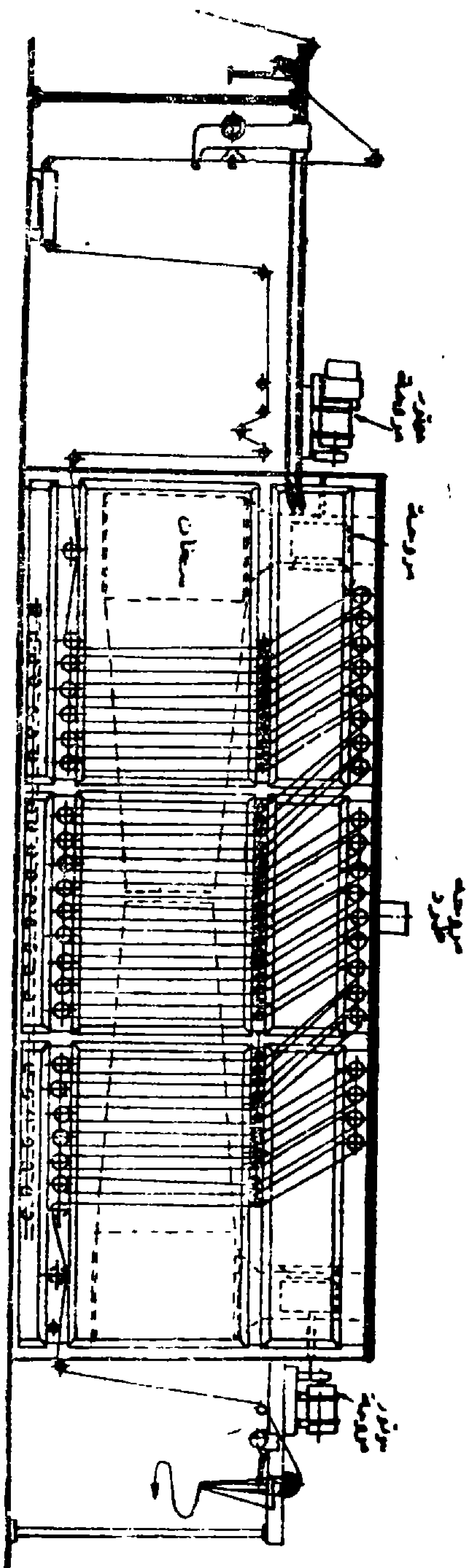
تستخدم هذه الطرق منذ زمن طويل فى تجفيف الاقمشـــة وذلك عن طريق مرور القماش على عدة اسطوانات مسخنة من الداخل بالهواء الساخن او البخار شكل (٩٣) ومن عيوب هذه الطريقة قابلية بعض الصبغات للهجرة عند تجفيفها ·



شكل (٩٣) ماكينة التجفيف بالسلندرات

٢ ـ التجـــفيف بالهـــــواء

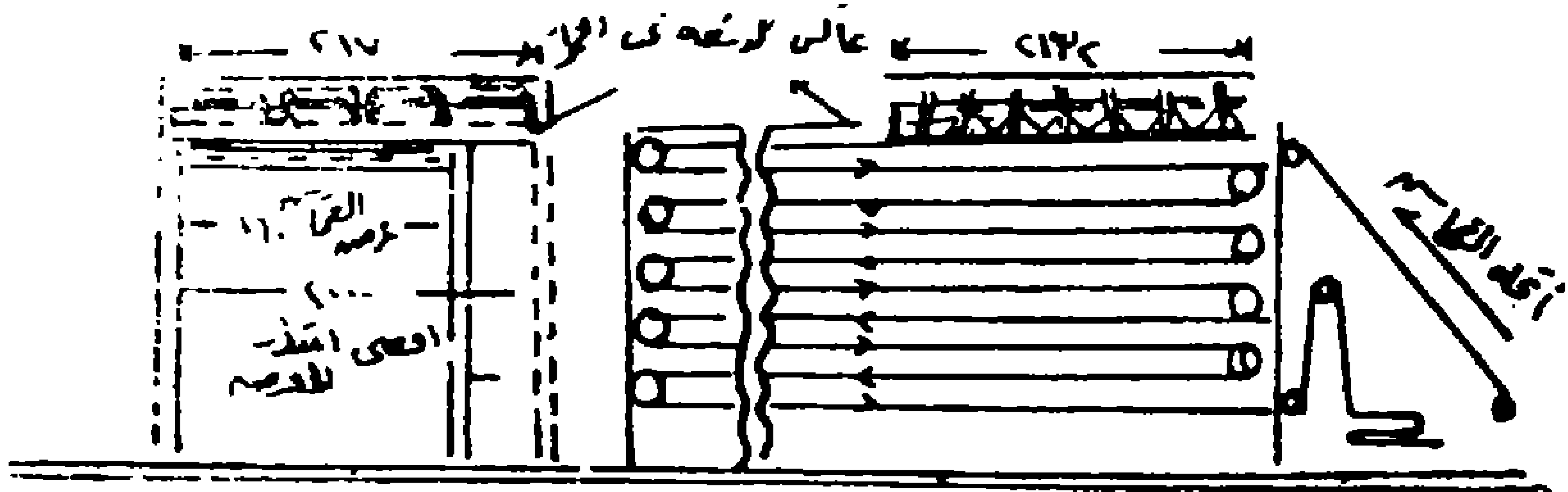
يستخدم حاليا عدد كبير من الماكينات التى تعتمد فى تجفيف الاقمشة على احاطة الخامة بالهواء الساخن وذلك عن طريق سحب الهواء بواسطة شفاطات وامراره على مصدر حرارى لرفع درجة حرارته ليمر خلال الخامة ويتم سحبه مرة اخـرى ليحدث تيارات من الهـواء الساخن خـلال الخامـة تساعد على سرعة تجفيفه وتساعد هذه الطريقة على تجفيف الخـامة دون التعرض الى أى مشاكل مرتبطة بالتجانس بجانب سرعة التجفيف وخفض التكلفة نسبيا ، والشكل (٩٤) يبـين احدى ماكينات التجـــــفيف بالهـــــواء .



شكل (٩٤) ماكينة التجفيف بالهواء الساخن

التجفيف بالاشـعة تحت الحمـراء

تستخدم هذه الطريقة للتجفيف أو لمنع تكوين نقط فى ماكينة الباد - بخار وذلك عن طريق تعريض الخامات المختلفة لمصدر توليد الاشـعة تحت الحمراء ، ونظرا لقوة الاختـراق الكبيرة لهذه الاشعة فضلا عن الطـاقة الحرارية الكبيرة لها فانها تعتبر مناسبة تماما لتنشيف الخيوط على البكر فعند تجفيف الخيوط على البكر بالهواء الساخن تتعرض الاجزاء الخارجية منها لدرجة عالية من الحرارة لفترة طويلة وهى جافة الى أن يتم جفـاف الاجزاء الداخلية من البكرة الواحدة ويسبب هذا بعض التغـيير فى ملمس هذه الخيوط ومثل هذا العيب يمكن تجنبه بهذه الطريقة كما وجـد ان معدل التجفيف للاقمشة فى نفس الفترة الزمنية بالاشـعة أعلى بكثـير منه فى حالة التجفيف بالهواء الساخن . والشـكل (٩٥) يبين احدى هذه الماكينـات المسـتعملة .



شكل (٩٥)

الباب السادس

التجهيـــــز النهـــــائى

الفصل الأول

التجهيـــز النهـــائى

مقـــــــــــدمة

يعتبر القطن من احدى الخامات النسجية الهامة التى استطاعت ان تحتل مكان الصدارة على امتدد العصور حتى ظهور الاليا ف التحويلية وكان ذلك يرجع الى اسباب هامة لا يمكن تجاهلها وهى رخص ثمنه والشـــعور بالارتياح عند استعماله . وكانت عمليات التجهيز فى ذلك الوقت لا تتعـدى تحسين مظهريته خاصة بعد عمليات التبيض والصباغة والطبـــاعة وكانت تتم اما باستخدام مواد كيميائيه بسيطة مثل النشا او بالطرق الميكانيكية .

وعند ظهور الحرير الصـــناعى بدأ يظهر للقطن منافس جـديد الا ان انوضـع لم يستمر طويلا حتى ظهور الالياف التركيبية وما تمتاز به من خواص جديدة مثل عدم حاجته للكى وعدم التجعد والانكماش وكذلك الغسيل واللبس بجانب اندعاية الضخمة التى قام بها منتجى هذه الالياف ساعدت على انتشار هذه الخامة بدرجة كبيرة واصبحت تعتبر منافسا قويا وخطيرا للقطن .

وبالرغم من ذلك فان القطن ظل يحتل حوالى ٥٠٪ من حجم ســـوق الخامات النسجية (احصائية عام ١٩٧٩) ويعـــزى هذا اساسا الى زيادة تعداد السكان فى العالم ثم استهلاك المنسوجات القطنية فى البلاد الناميـــة نتيجة رفع مستوى المعيشة فى هذه البلاد بجانب دخول المراة مجال العمل سواء فى البلاد النـــامية أو المتقدمة وزيادة حاجتها الملبسية مع الخـــواص الطبيعية للقطن التى مازالت تتفوق بها على الالياف الصناعية والتى يمكن تلخيصـــــها فيما يلى :

١ – انخفاض سعر المنتجات القطنية بالنسبة لتلك المصنوعة من الاليـــاف الصناعية خاصة فى البلاد النامية مما يجعل منها خامة شعبية لكساء السـواد الاعظـم من الســـكان .

٢ ـ تمتاز المنسوجات القطنية بقابليتها لامتصاص العرق ـ خاصة فى الملابس الداخلية ـ وتوصيلها للحرارة والرطوبة مما يجعلها مريحة فى الاستعمال خاصة فى الاجواء الحارة .

٣ ـ سهولة غسيل هذه المنسوجات وعدم تقبلها للاتربة والقاذورات مثل الاليـاف الصناعية .

٤ ـ سهولة صباغة المنسوجات القطنية بمجموعات كبيرة من الالوان

وبرغم هذه المميزات فلم يستطع القطن أن يقاوم التيار الجارف للالياف الصناعية والتى كانت تتطور يوما بعد يوم وتتقدم للمستهلك اليـاف لها من المميزات ماتفقده المنسوجات القطنية فكان لزاما ايجاد حلول للتغلب على العيوب التى يتصف بها القطن وحتى يستطيع مسايرة التطور الكبير فى هذا المجال . ولقد ركز الباحثـون والمهتمون بهذه الخامة جهودهم على تطـوير الخامات القطنية ومعالجة عيوبها التى يمكن تلخيصها فيما يأتى :

١ ـ سهولة تجعد الاقمشة وكرمشتها اثناء الاستعمال وهى الخاصية التى فيها تتفوق عليها الالياف الصناعية بدرجة كبيرة ـ بجانب الحاجة الى الكى المستمر والذى اصبح مكلف ويضيف اعباء مالية ووقت لدى الاسـر المتوسطة .

٢ ـ بطىء تجفيف هذه المنسوجات خاصة عندما تكون سميكة او استهلاك اعلى للكهرباء عند استخدام المجففات الكهربائية .

٣ ـ عدم مقاومتها للبكتريا والعفن وتعرضها للتلف عند التخزين .

٤ ـ قابليتها الشديدة للاشتعال خاصة فى دور العرض والمسارح بخلاف الالياف الصناعية التى تنصهر فقط بالحرارة وتنطفىء عند ازالة اللهب .

ولقد أمكن بالفعل التوصل الى حلول مناسبة فى معظم الحالات المذكورة وبقيت بعضها مازالت تحت الدراسـة .

وفى هذا الجزء سوف نستعرض الطرق التقليدية لتجهيز الاقمشة القطنية سواء بالمعلجة بالمواد الكيميائية البسيطة او بالطرق الميكانيكية التطورات الحديثة فى مجال النجهيز والتى تحاول دفع الالياف القطنية للصمود ومنافسة الالياف الصناعية كانت أو التركيبية مثل :

أ — المناعة ضد التجعد

ب — التجهيز ضد الابتلال بالماء

جـ — التجهيز ضد الكائنات الدقيقة

د — التجهيز ضد الاشتعال

الطرق المختلفة للتجهيز

لا يوجد فى الواقع تقسيم مطلق لعمليات التجهيز اذ انها تتداخل بعضها ببعض ، فمن الممكن اكساب الخامة خاصيتين أو اكثر فى وقت واحد اذ يمكن مثلا أن تكون الخامة مانعة لنفاذ الماء ومغطاه فى نفس الوقت بمواد تسبب الزيادة فى الوزن أو نعومة فى اللمس .

وقد زادت الاختراعات الحديثة فى مجال التجهيز وأصبح من الصعب وضع حد فاصل لعمليات التجهيز . لذلك فاننا فى هذا الجزء سوف نستعرض الطرق المختلفة للتجهيز تاركين الحرية مكفولة للعاملين فى هذا المجال وخبراتهم للجمع بين عملية وأخرى للحصول على منتج معين بالمواصفات المطلوبة .

وسوف نستعرض الطرق المختلفة للتجهيز حسب التقسيم الاتى :

— التجهيز المؤقت
— التجهيز الميكانيكى
— التجهيز الثابت (بالراتنجات) .
— التجهيزات الخاصة

الفصل الثانى

التجهيـــــــــز المـــؤقت

اولا : التجهـيز المؤقت بالمواد الكيميائيـة

هى تلك المعالجات الكيمائية التى تضفى على المنسوجات مظهرية جيـدة وملمس خاص والتى تزول عند الاستخدام أو الغسيل ولقد استعملت منذ عهد بعيـد ومازالت تستعمل حتى الآن . والمواد الكيميائيـة التى تستخدم فى التجهيز المؤقت تنقسم الى ثلاثة أقسام هى :

١ ـ مـواد تنشية (Stiffening agent)

٢ ـ مـواد تثقيـل (Weighting agent)

٣ ـ مـواد تطرية (Softening agent)

١ ـ عمليات التنشية والمواد المستخدمة

تعتبر هذه العملية من أقدم الطـرق المعروفة لتجهيز الخـامات القطنيـة واكسابها تماسكا وامتلاء قبـل صقلها باحدى الوسـائل الميكانيكية التى سوف يتم شرحها فيما بعد ـ وتتم باستعمال النشـا أو احدى مشتقاته كالديكسترين والصمغ البريطانى .

ويجب ان تتوافر فى مواد التنشية الشروط الآتيـة :

ا ـ أن يحتوى على قدر كاف من المادة اللاصقة .

ب ـ تحتوى على مواد ترطيب لمنع تطايرها من على الخامة .

جـ ـ تضاف اليها مواد تعقيم لمنع تكون البكتريا .

وقد يلزم اضافة مواد اخرى لاكساب الخامة خـواص مطلوبة مثل مواد التثقيل أو التطرية كما سيذكر فيما بعد .

أ - المـــادة اللاصـــقة

المادة الرئيسية المستعملة لهذا الغرض هى النشـا على صورة المختلفة وتضاف اليه أحيانا مواد أخرى لزيادة قوة اللصق كالصمغ النباتى والغراء والجيلاتين والديكسترين . وأهم انواع النشا المستعملة فى التجهيز هى نشا البطاطس . نشا القمح . نشا الذرة . نشا الارز الديكيسترين الابيض والنشا الذائب كذلك الدكسترين الاصفر والصمغ الانجيزى .

وتختلف نسبة مواد التنشية المستعملة من تجهيز الخامات القطنية اختلافا كبيرا اذ تتوقف اولا واخيرا على نوع القماش والمس المطلوب .

ب - مـــواد التـــرطيب

تضاف هذه المواد لتساعد على تماسك مواد التنشية على سطح الخامة - خاصة عند الجفاف وسهولة تطايرها - حيث ان هذه المواد لها خاصة امتصاص الرطوبة من الجو مثـل الجلسرين وكلوريد المغنسيوم أو الكالسيوم .

جـ - مـــواد التعقيـــم

تضاف مواد التعقيم الى خلطة مواد التنشية لمنع تكون العفن - خاصة أن مواد الترطيب تساعد على نمو العفن عند التخزين فى اماكن رطبة والمواد المستخدمة اما فينول بنسبة ٥ر٠٪ أو الفورمالين أو حامض السالسليك بنسبة ٤ر٠٪ أو الاملاح الغير عضوية مثل الكلوريد او الزنك بنسبة ٦٪ وقـد تستخدم بعض المواد التجـارية .

٢ - مـــواد التثقيـــل

تستخدم بعض الاملاح أو المواد الطبيعية مثل كبريتات الباريوم و الكالسيوم أو الطفل الصينـى مع النشا لاكساب الخامة مظهـرا

بمتلئا . ومن اهم مواد التثقيل هذه هي ملح كبريتات المغنسيوم او ملح « ابسوا » حيث يستخدم من محلول قوته ٤٠ — ٦٠ه توادل حيث يكسب الخامة زيادة في الوزن تصل الى حوالى ١٥٪ ، كما يضاف حوالى ٢ — ٤٪ من ابيوركس الى ملح ابسوم للحد من ضعف الخامة.

٣ — مـــــواد التطـــرية

تستخدم هذه المــواد لبعض انواع الاقمشة كأقمشـــة الملابس لتحسين نعومة الملمس وتعويض مواد التطرية الطبيعية مثل الزيوت والشموع والمواد الدهنية والتى ازيل معظمها أثناء عمليات التحضير. وابسط مواد التطرية هي مستحلب الزيوت النبـــاتية — ولكن هناك أيضا مواد تطرية مصنعة مثل مركبات الاحماض الدهنية التى تستعمل كثيرا .

وتستعمل مواد التطرية اما منفردة أو مخلوطة بمواد تجهيز أخـــرى وهذه المواد اما أن تكون ثابتة أو غير ثابتة وتزول بالغســـــيل .

ثانيا : التجهيز المؤقت بالطرق الميكانيكية

عند تعرض الشعيرات السليلوزية الى حـــرارة فانها تنشط وتتغلب على القوى التى تمسك الســـلاسل ببعضها وتصبح الشـــعرة فى حالة لدنة (Plastic) وبالتـــالى فانه يمكن تشـــكيلها تحت ضغط بالصـــورة المطلوبة . وعندما تبرد هذه الشعيرات وتعود السلاسل الى الوضع الاصلى فان الشعيرات تعود الى حالة الكرمشة الاصلى . اما عند انتفاخ الشعيرات فى الماء فى وجود حرارة فان التأثير التلقائى الناتج للحرارة والماء أو بخـــار الماء على السليلوز يكون أكثر فاعلية فى تحويل الشعرة الى الحالة اللدنة .

وخاصية العجونة بتأثير الحرارة للسليلوز هى أساس بعض التجهيزات الميكانيكية التى تتمثل فى الاتى :

عمليـــــات الكى الصــــــناعى	Calendering
ماكينـــات الشـــد وضبط العـــرض	Stenters

. الانكمـــــــاش بالضـــــــغط Compresive Shrinkage

عمليـــات الكى بالضـــغط Embossing

ولما كانت هذه العمليات تعتبر من أهم ما تتعرض له الاقمشة اثنـــاء التجهيز الميكانيكى بجانب عمليات الكسترة (Raising) لذلك فسوف سنعرض فيما يلى هذه العمليات بالتفصـــيل .

الكى الصـــناعى (الكالـــندر)

تلعب ماكينات الكى الصناعى دورا هاما فى عمليات التجهيز النهائى للاقمشة القطنية على اختلاف انواعها . كما يتوقف على عدة عوامل منهـا أوضاع وترتيب الاسطوانات او الدرافيل المتكونة منها الماكينة وكذلك على الضغط ودرجة الحرارة بجانب نسبة الرطوبة الموجودة فى الاقمشة قبـل بداية عمليـــات الكـــى .

وتتكون ماكينات الكى او (الكندرات) من مجموعة من درافيـــل ثقيلة يتراوح عـــددها من ٢ الى ١٤ مصنوعة كل منها من المعـــدن أو من الورق المضغوط أو من الياف مخلوط القطن والصوف والالياف الصناعية لتكسبها مقـــاومة للتاكل وزيادة فى مـــدة الاســـتعمال .

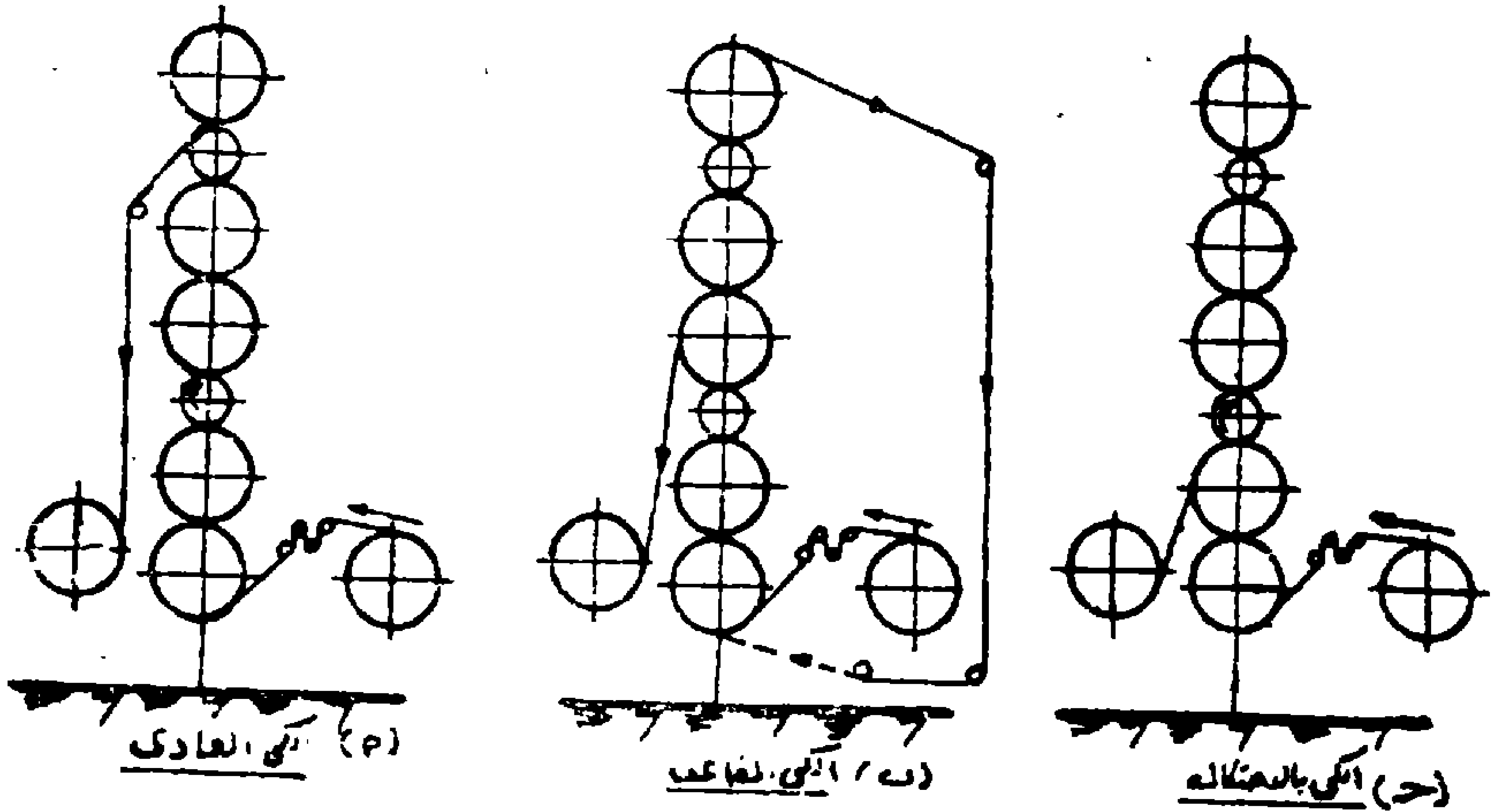
وتفضل الدرافيل ذات الاسطح المصنوعة من القطن عن غيرها كما تتوقف درجة صلابة هذه الدرافيل على نوع التجهيزات المطلوبة . وعـــادة تكون الدرافيل المعدنية المصقولة السطح جوفاء حتى يسهل تسخينها بالبخار والغاز وتركب هذه الدرافيل الثقلية الوزن المختلفة العدد بنوعيها راسيا على جانبى الماكينة ويستحسن استعمال الجوانب المفتوحة لسهولة تغيير احـد الدرافيل المستعملة بأخر دون رفع كافة الدرافيل الاخرى كما هو الحال عند استعمال الجوانب المغلقـــة .

والضغط الواقع على هذه الدرافيل يختلف باختلاف الاغراض المختلفة لانواع التجهيز المطلوبة فتوجد ماكينـــات بضغط ذو ثقل واخـــرى بضغط هيدروليكى كما وان ترتيب وضع هذه الدرافيل قد يختلف، ويلاحظ أنه لا يمكن

الجمع بين درفيلين من المعدن للعمل مع بعضها البعض بل يلزم أن يفرقهما درفيل أو اكثر من نوع آخــــــــر .

١ ـــ ماكينـــات الكى العـــادية (Swizzing Calenders)

يمر القماش بين درفيلين احدهما صلب معدنى والآخر اقل صلابة « ورق » تحت ضغط يصل الى حوالى ٣ ضغط جوى ويكتسب القماش لمانا خفيفا وملمســـا شـــبيها بملمس الورق .



شـكل (٩٦)

٢ ـــ ماكنـــات الكى ذات الاحتكاك (Firction Calender)

يستعمل هذا النوع من الماكينات للحصـــول على اقمشة ذات درجة من اللمعان وذلك عن طريق تعريض القماش لدرجة عالية من الاحتكاك بدرفيل معدنى جيـــد الصـــــقل .

يمر القماش حول الدرفيل المعدنى المصقول جيـــدا واللاحق له عند درجة حرارة معينة ويدور بسرعة تفوق سرعة القماش اللاصق له وينشأ عن ذلك الاحتكاك المطلوب الذى ينتج عنه لمانا كم ا ، والشكل (٩٦) يبين وضع الدرافيل ومرور القماش فى هذه الماكينة .

٣ — ماكينات الكي المضاعف (Chasing Calenders)

فى هذه الماكينات يمر القماش أكثر من مرة كما يمكن مرور طرفين معا وبذلك يؤثر كلا منهما فى الآخر شكل (٩٦ ب) ٠

وهناك ماكينات أخرى تتكون من أكثر من ثلاثة درافيل لاعطاء تلك الانواع الثلاث من التجهيزات وتعرف باسم ماكينات الكي العالمية (Universal Calenders)

٤ — ماكينات التجهيز ذو النقوش البارزة (Embossing Calenders)

تشبه هذه الكلندرات النوع العادى وتتكون من درفيلين احدهما مصنوع من المعدن ومحفورا حفرا بارزة يتعاشق مع درفيل آخر ضعف حجمه ومصنوع من الورق او القطن المضغوط .

ويسخن الدرفيل العلوى عادة كهربائيا بواسطة ملف مقاومة وذلك لزيادة تأثير الكلندرات على القماش .

ويجهز القماش براتنج خاص ثم يمر فى الكلندرات فتنطبع الخطوط أو الرسومات عليه بشكل واضح وتظهر فيه بارزة جميلة .

وقد يستخدم ماكينات بها ثلاثة درافيل الاوسط هو المعدنى المحفور ويتعاشق مع الدرفيلين الآخرين ٠

ماكينات شرايئر (تأثير الستان او الحرير) (Streiner Calender)

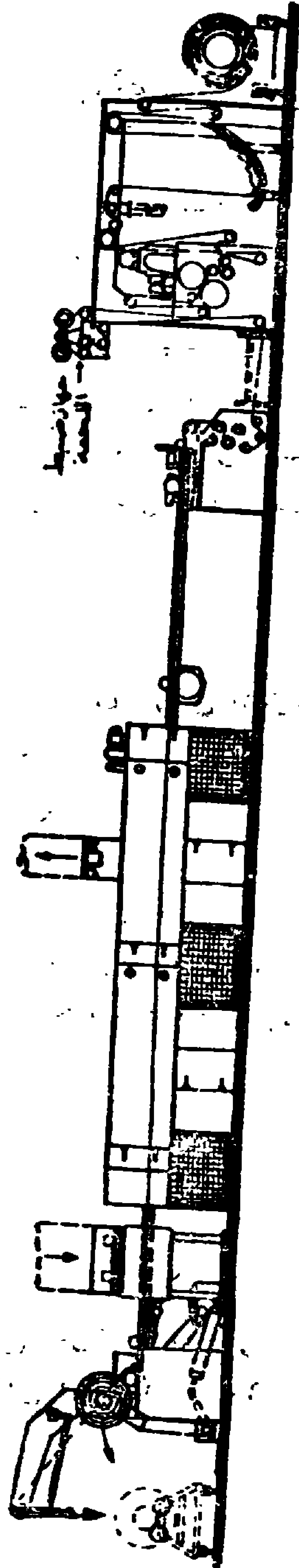
يرجع الفضل لاختراع هذا النوع من ماكينات الكى « لشرايئر » حوالى عام ١٨٩٥ وتعطى هذه الماكينات الاقمشة القطنية منظرا لامعا يشبه الحرير كما يساعد على اكسابها رونقا ومظهرا طيبا يزول بطبيعة الحال بعد عمليات الغسيل العادية واغلب هذه الماكينات تتكون من درفيلين احدهما مصنوع من معدن مصقول ومهشر تهشيرات دقيقة جدا لاتلاحظها العين المجردة وتعطى هذه التهشيرات خطوطا مائلة متجهة مع زاوية نسيج القماش بحيث انها عند مرور القماش تحت هذا الدرفيل لا تسبب تلفا أو تمزيقا للعصات

وتختلف المسافة بين هذه التهشيرات بحيث يتراوح عددها بين ١٢٥ الى ٢٠٠ تهشيرة فى البوصة وتعطى تبعا لذلك درجات مختلفة من اللمعان . اما الدرفيل الاخر للماكينة مصنوع من الورق المضغوط ويكون أكبر حجما من الدرفيل الاول ويعلو وينخفض هذا الدرفيل الورقى المضغوط بواسطة ضغط هيدروليكى عال يمر تحت جانبيه فيتسبب فى رفعه واحتكاكه بالدرفيل العلوى المهشر السطح والذى يتحرك بواسطة تروس وعامود ادارة متصل بالماتور . يسخن الدرفيل العلوى بالبخار أو الغاز لدرجة الحرارة المعينة وتكون عادة ١٥٠م بينما ينظم الضغط الهيدروليكى الذى يتراوح بين ١ الى ٢ طن لكل بوصة مربعة أثناء مرور القماش . ويمكن استعمال ماكينات ذات ثلاثة درافيل ويلاحظ ان درجة الحرارة كذا الضغط الهيدروليكى لهذه الانواع من الماكينات يتغير بتغير التجهيزات المطلوبة .

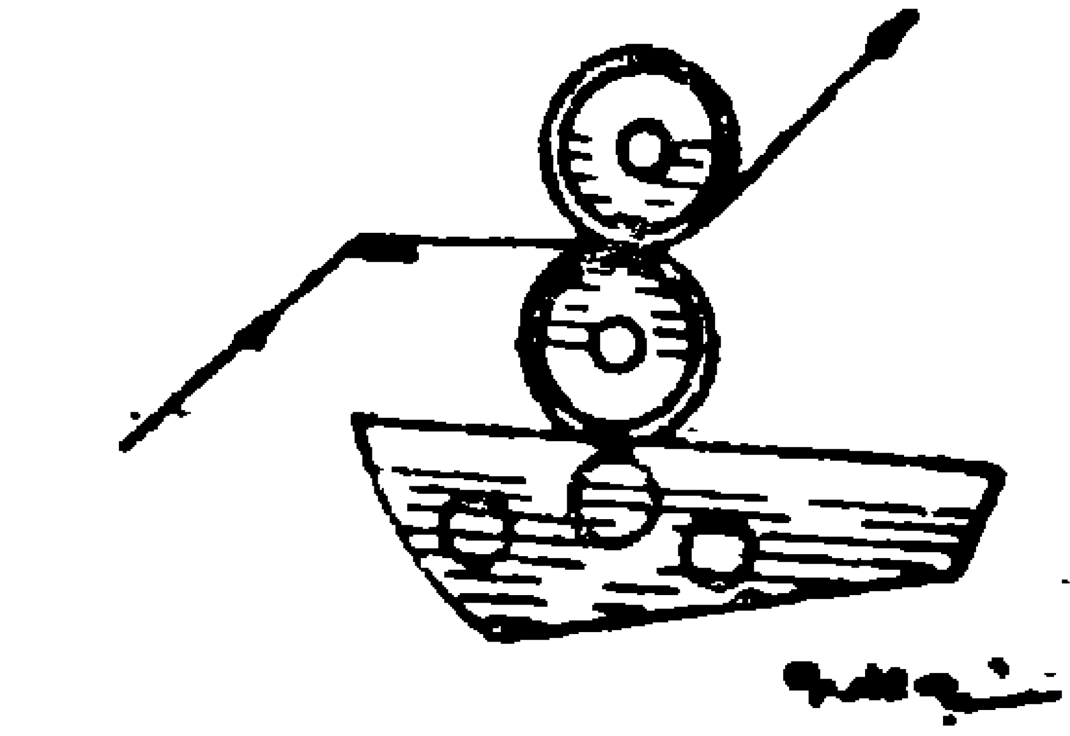
ماكينات الشد وضبط العرض (Stenters)

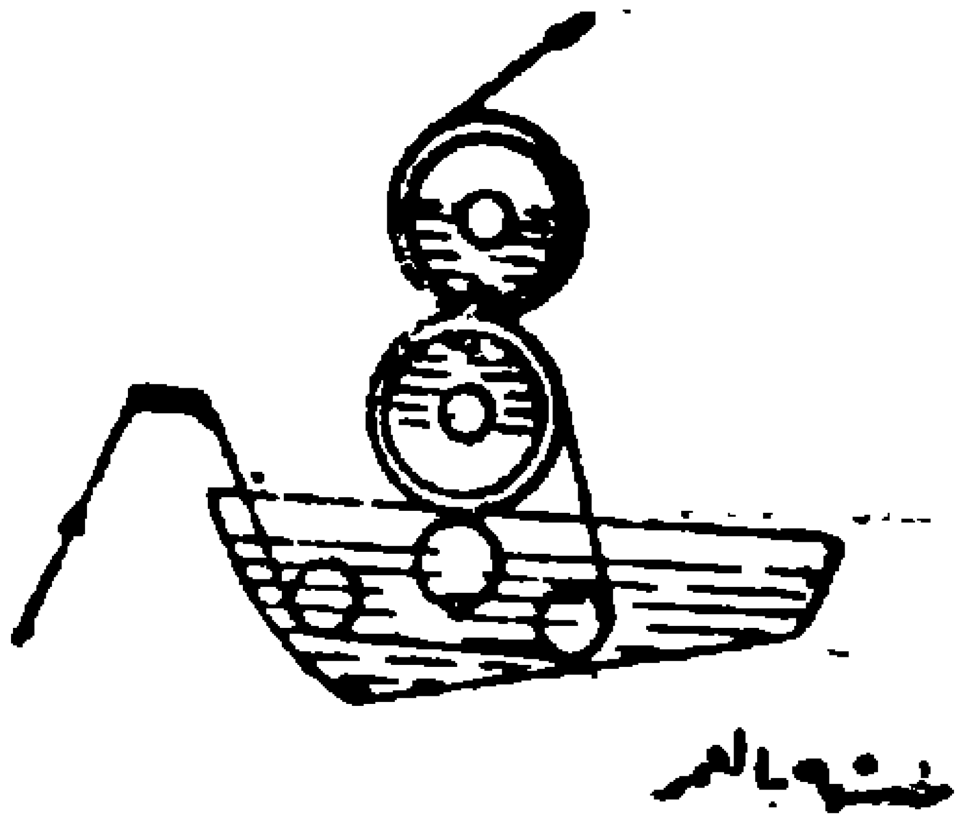
عملية الشد وضبط العرض من العمليات الهامة فى مراحل التجهيز النهائى وتستخدم لضبط العرض وتحسين الملمس عن طريق تعريض القماش لتيارات من الهواء الساخن وتجفيف القماش تدريجيا وهو ميال تحت شد وبما له من تأثير لدنى ينتج عنه تخليص القماش من الاجهادات الداخلية بجانب تثبيت العرض . وبتغير ملمس الخامة عن طريق تغيير الحرارة ومعدل التجفيف .

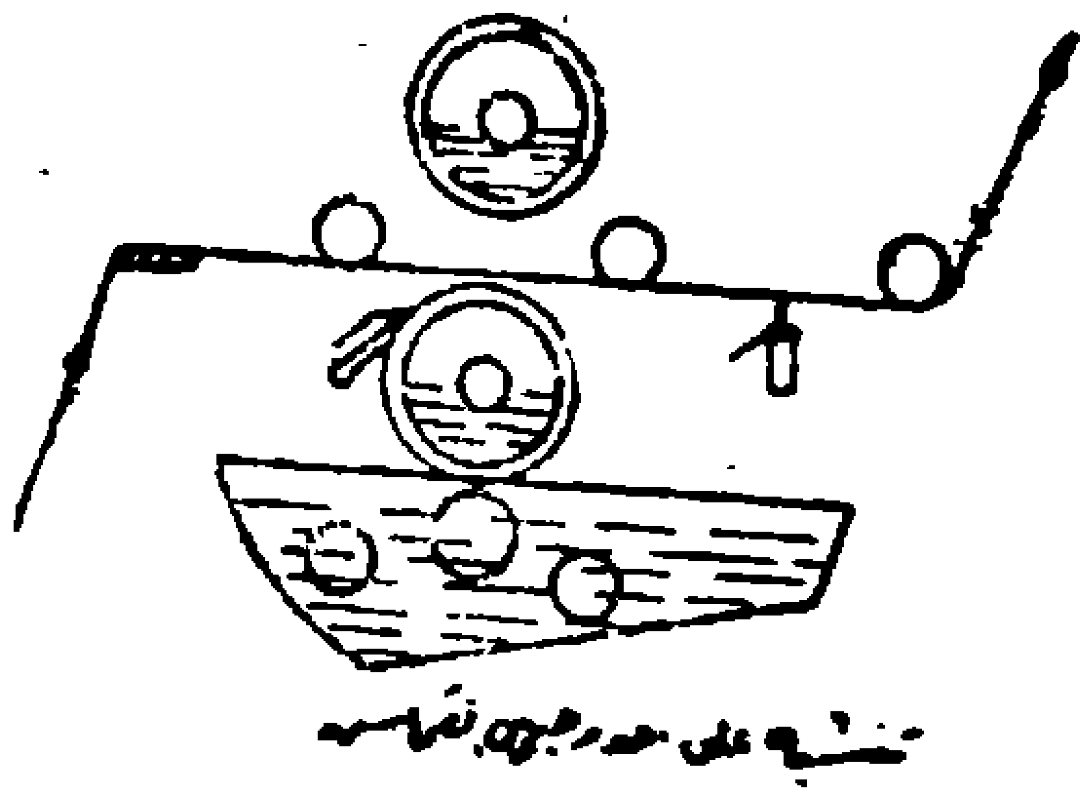
وتتكون الغالبية العظمى من هذه الماكينات من جزئين رئيسيين كل منها متصل بالآخر عن طريق جهاز منظم للسرعة بينهما والشكل (٩٧) يبين احدى هذه الماكينات ومسقط جانبى لها .



شكل (٩٧) ماكينة الشد وضبط العرض







شكل (٩٨)

الجـــــــــزء الاول

ويتكون من حـــوض التغذية ومركب عليه اسطوانات العصـــر والتى تتكون احداهما من النحاس او معدن غــير قابل للصدأ والاخرى مغطـــاه بالمطاط ويمر القماش فى هذا الجزء ليغمر فى الحوض ثم يمر بين درافيـــل العصر التى تسمح له بحمل كمية معينة من محلول التجهيز .

وهذا الجزء هو الخاص باكساب الاقمشة نعومة أو خشونة فى الملمس او انتاج اقمشة ثقيلة الوزن أو خفيفة اى كل ما يطلبه المجهـــز من ملمس ومظهر لمختلف انواع الاقمشة تبعا لاختلاف كميات مـــواد التجهيز المختلفة التى تغذى حوض الماكينة وتغمر بها القماش مارا بين اسطوانات العصـــر المصنوع احداها من النحاس أو معدن غير قابل للصدأ وهى المحركة عادة للاسطوانة الصلب المصنوعة من المطاط أو الخشب .

ويبين الشكل (٩٨٠) عدة اختلافات لمرور القماش فى حوض الماكينـــة حتى يتناسب مع تلك الاغراض المختلفة التى تتطلبها انواع التجهيز .

يتجـه القماش بعد ذلك حول اسطوانات مسخنة ببخـــار الماء الذى يمكن التحكم فى كمية البخار بواسطة صمام خاص لتنشيف القماش السابق غمره فى المواد السابقة الذكر تنشيفا جزئيا لاكليا وهذه الاسطوانات المســـخنة مركبة بحيث تدور حول بعضها وبسرعة تتفق مع سرعة اسطوانة ماكينـــة العصر النحاسية بواسطة سير ناقل للحـــــركة .

الجـــــزء الثـــــانى

وهذا الجزء خاص بشد وضبط العرض ويتراوح الطوال هذا الجزء من ماكينة لاخرى حسب القدرة الانتاجية للماكينة ويتراوح بين ٢٠ ــ ٤٠ متر او اكثـــــــــــــر .

ويتكون هذا الجزء من قضيبين افقيين متوازيين يمثلان هيكل الماكينــة مثبت فى طــرفيهما تروس تتحرك حولها ســلسلة لانهائية حــاملة مقابض أوتوماتيكية كما توجد أنواع أخـرى تحمل ابر مدببة بدلا من تلك المقــابض ويستعمل هذا النوع الاخير فى شد وضبط عرض الاقمشة الحــريرية على اختلاف انواعها لعدم صلاحية تلك المقابض لهذا النوع من الاقمشــة .

تتحرك هذه المقابض أو الابر حركة دائرية حول تلك التروس المثبتة فى كلا طرفى الجانبين للقبض على طرف القماش واعطائه العرض المطــلوب حيث تتحرك هــذه المقباض وتتســع وتضيق بواسطة حلزون عرضــى مثبت به طارة للتحكم فى تلك المســافات بين الجانبين .

ويستخدم البخار أساسا فى التسخين للحصول على هواء ســاخن لتجفيف الاقمشة حيث يمر الهواء الذى تدفعه المراوح ليمر بين انابيب البخار المقفلة (ســربنتينة) وبواسطة هذه المراوح يتم توزيع هذا الهواء الساخن فى طول الماكينة ليتم تجفيف القماش تجفيفا تاما . ويمكن التحكم فى درجة حرارة الماكينة اتوماتيكيا او عن طريق فتح النــوافذ الموجودة على جانبى الماكينة او عن طريق تغيير ســـــــــرعتها .

يمر بعد ذلك الاقمشة عند خروجها على عدة اســطوانات مرتفعة لتهويتهــا قبــل لفهــا

ويوجد بالماكينة جهاز خاص لضبط اللحمات وذلك لغرض جعل اللحمات متوازية فى عرض القماش وليست مائلة أو منحرفة كذلك يوجد جهاز منظم لسرعة جزيئى الماكينة والمسمى بالميزان وهو خاص بسحب ما على الجــزء الاول مــن القماش اولا باول فــاذا اســـرع زات ســرعة الجــزء الثانى فلا يتراكم القماش ويلتف حول تلك الاسطوانات المسخنة مما يسبب له تلفا وتمزيقا كما يوجد جهاز اتوماتيكى يقلل ويزيد من سرعة الماكينــة تبعــا لدرجــة الرطوبة الموجودة عــلى القمـــــــاش .

التجهيز المانع للانكماش

تحتاج بعض الاقمشة مثل القمصان والبيجامات الى تجهيز خاص لمنعها من الانكماش فى كل غسله مقبله لذلك تعالج هذه الاقمشة باعادة وضع خيوط سدائها ولحامها فى وضعها الطبيعى فى القماش فيظل القماش بدون تغيير عند غسله وبعده .

ويرجع الفضل فى اختراع طرق عدم انكماش الاقمشة عند ابتلالها الى كل من سانفورد كلويت (Sanfort Cluett) الذى اخترع نوعا من الماكينات فى عام ١٩٢٠ بالالويات المتحدة الامريكية سميت باسم « سانفورايز » والى ريجلى ومفيل (Wrighley and Melville) الذى اخترعا النوع الثانى فى انجلترا عام ١٩٣١ وسميت الماكينة ماكينة ريجميل (Rigmel) .

ماكينة سانفورايز (Sanforizing machine)

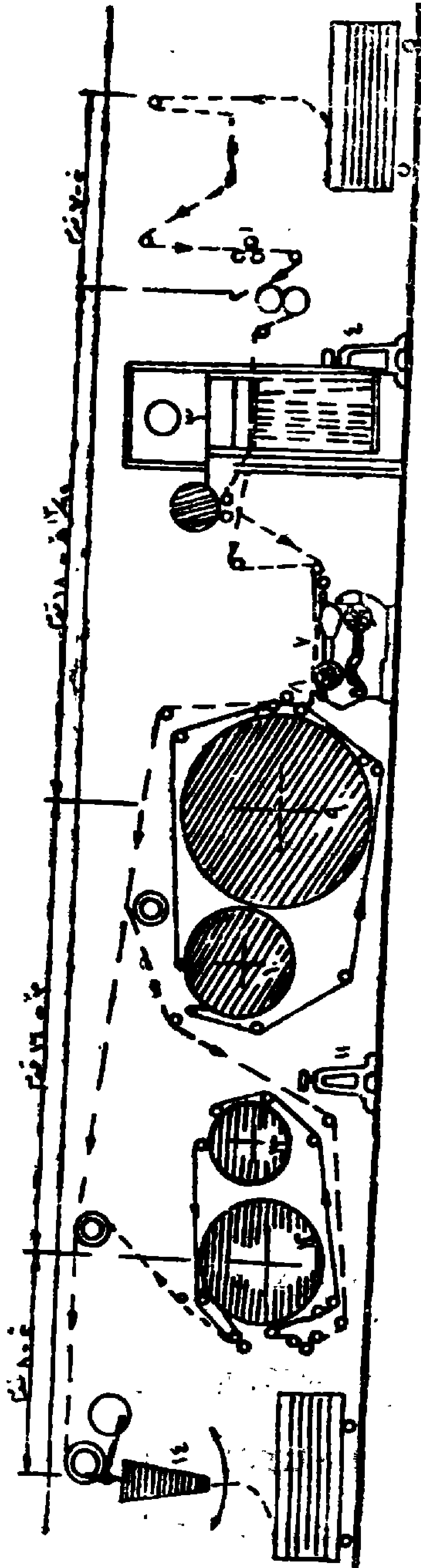
تتكون هذه الماكينة من حوض لترطيب القماش ثم حجرة تبخير ويليه ماكينة فرد (Stenter) قصيرة بها مقابض لفرد القماش ثم درفيل مغطى بطبقة من القماش ومسخن بالبخار ويضغط عليه حزام لانهائى سميك على شكل حصيرة بعرض الماكينة مصنوع من الكاوتشوك (المطاط) .

نبدأ العملية بترطيب القماش ثم تبخيره ثم فرده فى المكواة الفرادة ثم تمريره بين الدرفيل والحزام فينكمش القماش الى العرض الطبيعى له تحت تأثير الضغط والحرارة الواقعين عليه بين الدرفيل والحزام .

ويمر القماش بعد ذلك على درفيل آخر ساخن محاط بطبقة من اللباد وذلك لتثبيت القماش فى وضعه النهائى .

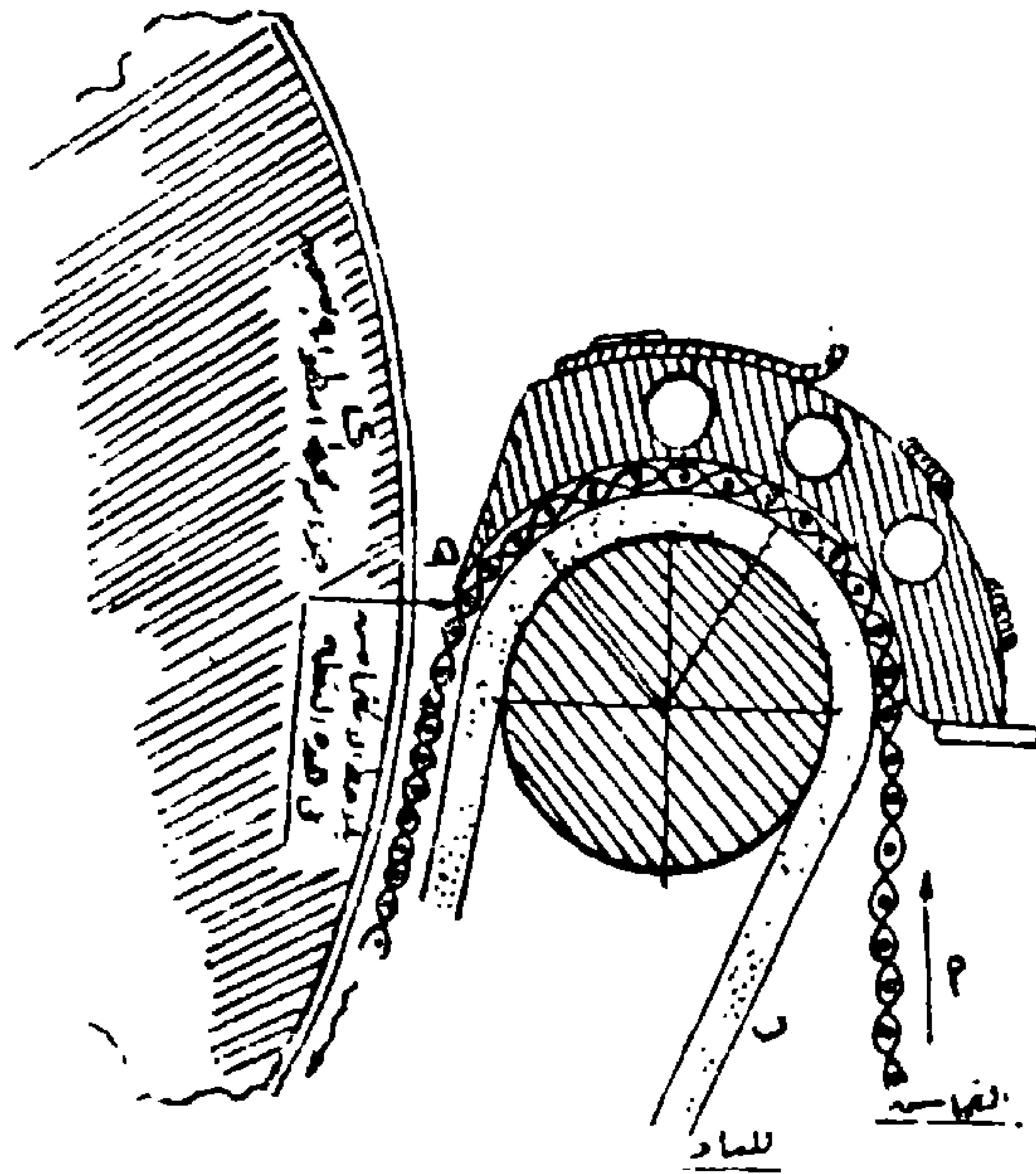
وقد يضاف الى القماش المراد تجهيزه بعض الراتنجات قبل تمريره فى الماكينة وذلك للحصول على بعض التجهيزات الخاصة مع ابقاء المناعة ضد الانكماش .

والشكل رقم (٩٩) يوضح أجزاء الماكينة المختلفة .



شكل (٩٩) ماكينة سانفورايز

كما أن الشكل (١٠٠) يبين رسما تفصيليا للجزء الخاص باحداث الانكماش بدرجة ثابتة ومنه يرى أن القماش (أ) يتلاصق مع اللباد (ب) الذى يمر حول الاسطوانة (جـ) • يضغط على القماش فى هذا الجزء قطع معدنية مصقولة على شكل حدوة حصان متصة بتيار كهربائى ونتيجة لهذا الضغط الحادث فى تلك الدرجة العالية من الحرارة ينفرج كلا من القماش واللباد فى الجزء العلوى من محيط الاسـطوانة (د) وينكمش كل منهما عقب زوال تأثير الضغط والانفراج والحـرارة فى النقطة (هـ) ونجـد أن اختـلاف نسبة الانكماش ترجع الى تغيير سرعات الاسطوانات المسخنة الكبيرة الحجم (د) فاذا زادت السرعة قلت نسبة الانكماش والعكس نظرا لاختلاف درجات الشـد فى كلتـا الحـالتين .



شـكل (١٠٠)

ماكينـة الريجميـل (Rigmel machine)

يتقسم هذا النوع من الماكينات الى قسمين :

أ ـ الماكينات ذات المسـطح (Plate machine)

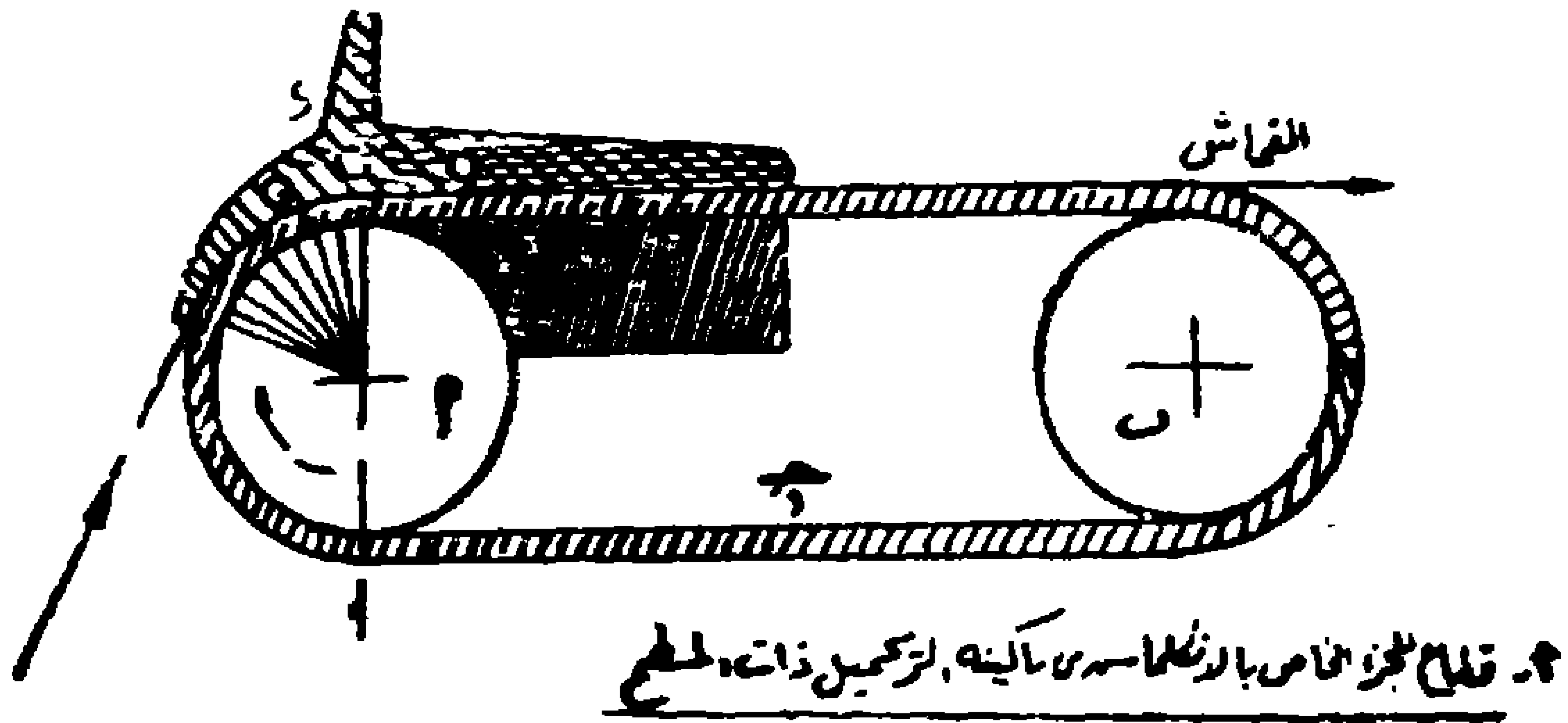
ب ـ الماكينـات ذات الاسطوانة (Roller machine)

(أ) ماكينات الريجميل ذات المسطح

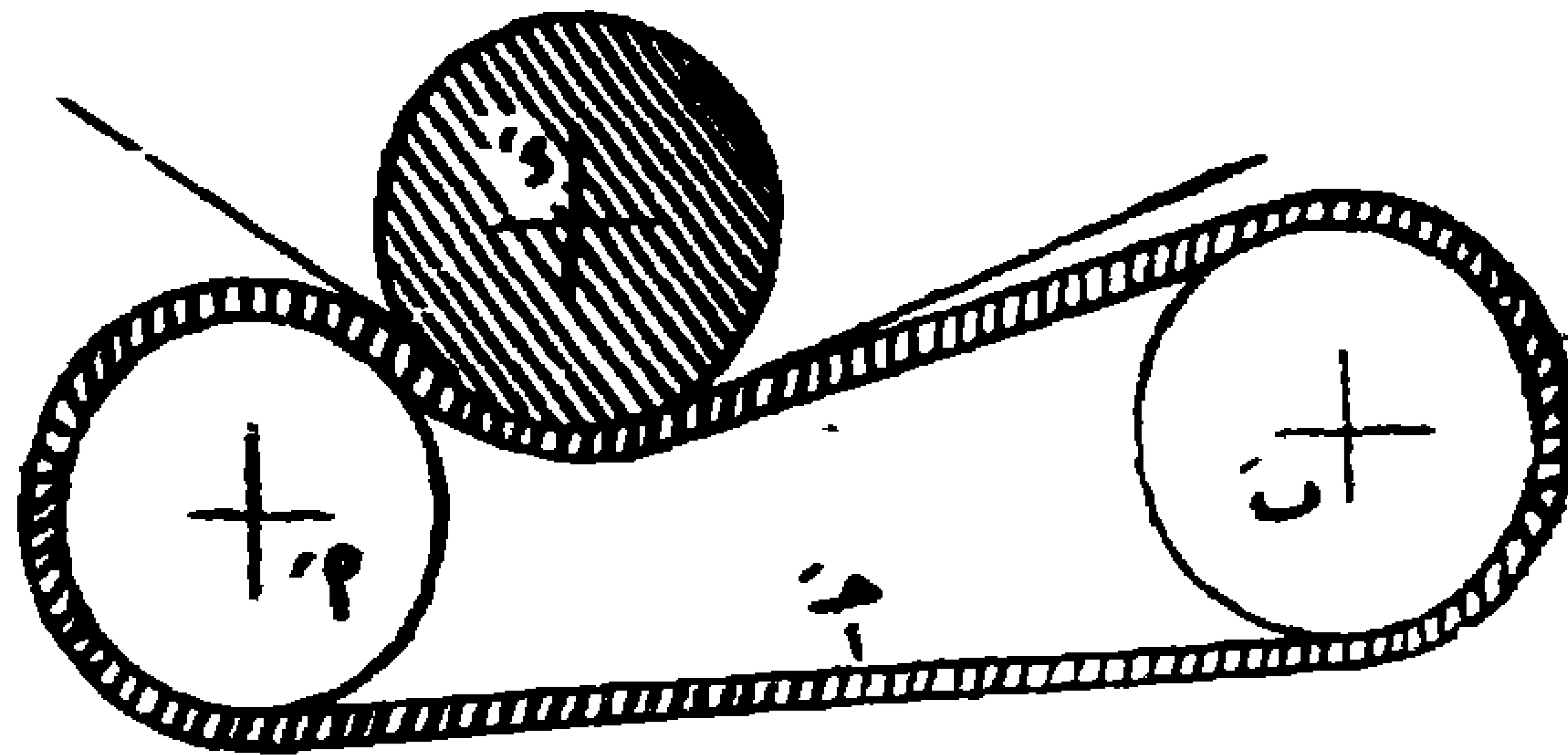
تتكون هذه الماكينات من اسطوانتين افقيتين (أ ، ب) كما فى الشكل (١٠١) تدور الاسطوانة (أ) ادارة مباشـــرة وتنقل الحركة الى الاسطوانة (ب) كما يلف حولهما اطار من المطاط (جـ) سمكه ١٦/٣ من البوصة ويتكون من ثلاث طبقات (العليا من المطاط والوسطى من المطاط الخفيف والاخيرة من التيل) يضغط على هذا الأطار ذلك المسطح المعدنى المصقول المسطح (د) ضغطا هيدروليكيا ثابتا قدره ٧٥٠ كيلو جرام على البوصة ويسخن لدرجة حرارة من ٩٤ ـ ١٠٢°م بواسطة تيار كهربائى داخل المســطح وتصـــل نسبة الانكماش فى هذه الماكينة حوالى ٤ر٪ .

(ب) ماكينة الريجميل ذات الاسطوانة

تشبه هذه الماكينة النوع السابق ولكن تضغط على الاطـــار من أعلى اسطوانة (د) بدلا من المسطح ـ ضغط هيدروليكيا يتراوح بين ٢٥٠ ـ ٢٠٠٠



أ. قطاع الجزء الخاص بالانكماش من ماكينة الرجميل ذات المسطح



ب. قطاع الجزء الخاص بالانكماش من ماكينة الرجميل ذات الاسطوانة

شــكل (١٠١)

كيلو جرام على البوصة المربعة وتسخن الاسطوانة (د) بالبخار ويمكن التحكم فى درجة الحرارة تبعا لنوع القماش المستعمل تصل نسبة الانكماش فى هذه الماكينة حتى ١٢٪ .

ويمتاز القماش المجهز على ماكينة المسطح بنعومة الملمس والمظهر للقماش المجهز عنه على ماكينة الاسطوانة ويتم تشغيل الاقمشة الممتازة مثل البوبلينات على ماكينة المسطح بينما الاقمشة المتوسطة والثقيلة كالمبارد والاطلس على ماكينة الاسطوانة .

عمليات الكسترة
RAISING

تعبر كلمة كسترة عن عملية التوبير لاحد وجهى القماش او كلا وجهيه وتكوين سطحا وبريا منتظما تختلف درجة توبيره باختلاف أنواع الماكينات المستعملة .

وتعتبر عملية الكسترة ضمن عمليات التجهيز النهائى لأقمشة الكستور حيث يتكون وبرة عالية تساعد على الشعور بالمزيد من الدفء .

وتتم هذه العملية على ماكينات الكسترة ذات اسطوانات الكرد .

ماكينات الكسترة ذات اسطوانات الكرد Card-Wire Machine

تتكون هذه الماكينات اساسا من هيكل دائرى مركب على محيطه اسطوانات صغيرة مغطاه بأسلاك رفيعة مائلة بالنسبة لتلك الاسطوانات . وينقسم هذا النوع من الماكينات الى قسمين رئيسيين :

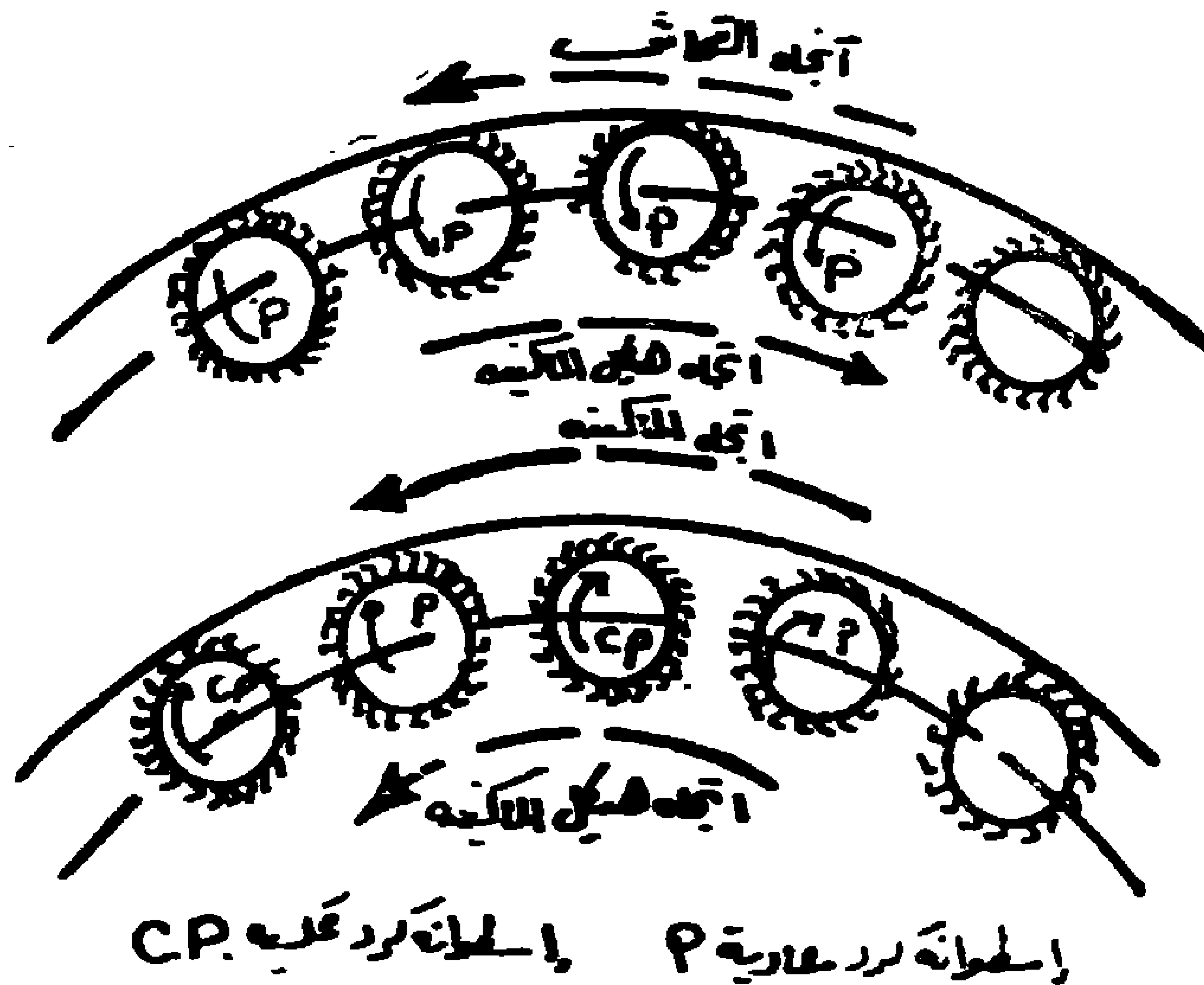
النوع الأول : ماكينات ذات اسطوانات كرد تعطى تأثيراً فرديا
Single Action

النوع الثانى : ماكينات ذات اسطوانات كرد تعطى تأثيراً مزدوجا
Double Action

وماكينات النوع الأول تحتـوى على اسطوانات كرد صغيـرة مغطاه بأسلاك رفيعة مائلة فى اتجاه واحد فقط والتى تتحرك فى اتجاه مضاد لحركة المحيط الدائرى الذى يمثل هيكل الماكينة . أما ماكينات النوع الثانى فتتكون من اسطوانات كرد صغيرة مغطاه بأسـلاك رفيعة تميل بعضها فى اتجـاه مرور القماش Pile والبعض الآخر فى اتجـاه عكس Contre Pile كما فى شكل (١-٢) ومرتبة بالتتالى أى اسطوانة كـرد عادية تليها اسطوانة كـرد عكسـيـة .

ولكل نوع من اسطوانات الكرد العادية والعكسية حـركة مستقلة كل عن الأخـــرى .

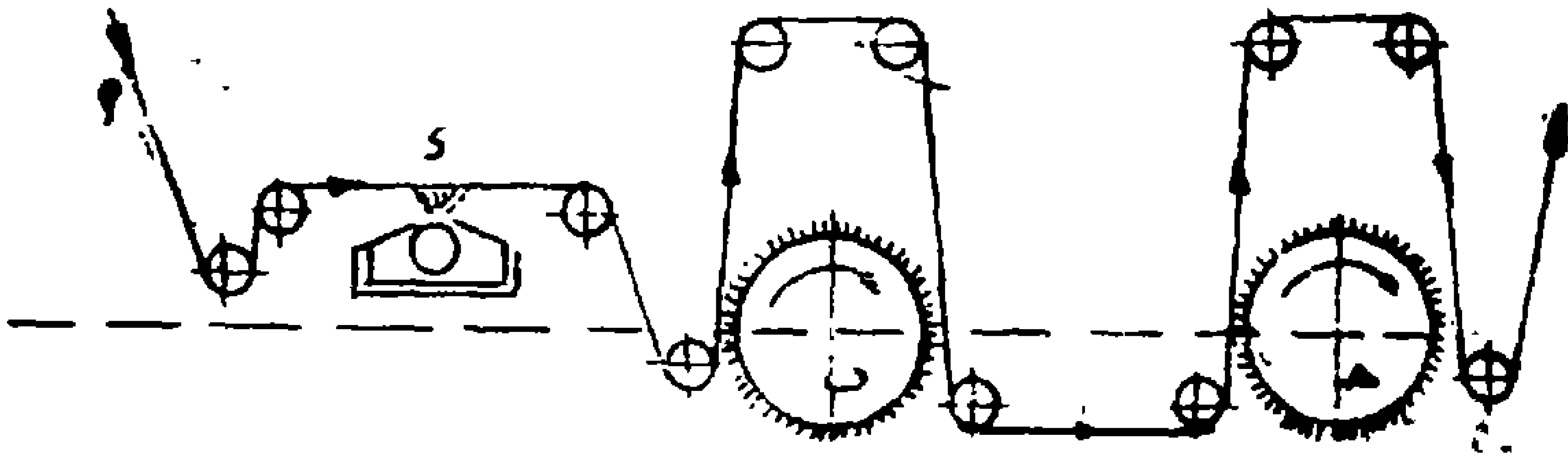
وتقوم مجموعة اسطوانات الكرد التى تدور فى عكس اتجاه القماش بعملية ضريشة القماش وإظهار الوبرة بينما تقوم مجموعة الدرافيل التى تدور فى اتجاه سير القماش بعملية « تسريح » أى تنظيم الوبرة على القماش



شـكل ((١-٢))

ويختلف مقدار الكسترة وارتفاع الوبرة حسب سرعة مرور القماش على الدرافيل وتبعا للنسبة الموجودة بين سرعتى درفيل الكسترة والتسريح .

وقد تلى عملية الكستره مرور القماش على ماكينة الفرشاه (Brushing machine) لامكان تنظيف وتنظيم ورفع التوبير الناتج عن سطح القماش وغالبا ما يستعمل البخار لهذا الغرض . وتتكون ماكينة الفرشاة من اسطوانتين يتحركان حركة دائرية ويتماس معهما سطح القماش الكستور كما يمكن تغيير درجة التماس حسب نوع القماش المستعمل بواسطة احدى الكامات . ويبين الشكل (١٠٣) كيفية مرور القماش (أ) وتماسه مرتين بكل اسطوانة فرشاه ب ، جـ وذلك عقب مروره على انبوبة البخار .



شكل (١٠٣)

الفصل الثالث

التجهيز المقاوم للتجعد باستخدام الراتجات الصناعية (*)

مقدمـــة

المعروف ان القطن والالياف النباتية الاخرى مثل الكتان والتيل وكذلك الالياف السليلوزية الصناعية ممثلة فى رايون الفسكوز اكثر قابلية للتجعد والكرمشة من الالياف الطبيعية الاخرى مثل الصوف والحرير الطبيعى بل الالياف التركيبية وهذه الظاهرة تعتبر من اهم الظواهر التى تؤثر فى مظهر الخامة وخاصة الملابس الخارجية عند الاستعمال وضرورة اجراء عملية الكى بعد الغسيل ــ ولولا قدوم الاليـــاف الصناعية التركيبية وانتشـــارها بعد الحرب العالمية الثانية لما وضح هذا العيب للمنسوجات القطنية تحت المجهر واصبح من العيوب الاساسية لهذه المنسوجات وعاملا من العوامل الرئيسية لفقد القطن بعض الجوانب المهمة للاستعمال ــ وخاصة اثر الدعاية الواسعة التى قام بها منتجى الاليـــاف التركيبية والالفاظ الطنانة التى أطلقت على المنتجـــات مثـــل

Mini — Care, Wash & Wear, Non-Iron

وكان لزاما على القائمين على شئون القطن بذل مجهودات جبـــارة لدفع عجلة البحـــوث لتحسين خاصية مقاومة التجعد للمنســـوجات القطنية فقامت معاهد البحوث فى بلدان كثيرة من المشتغلين بالقطن او المنتجين لهذه الخامة وخاصة بالولايات المتحدة وبريطانيا وألمانيـــا وفرنسا باجراء البحوث المستفيضة وتجربة العديد من المواد لاســـباغ خاصة مقاومة التجعد على المنسوجات القطنيـــة والسليلوزية الاخرى .

(*) عن محاضرة للدكتور السيد عبد الرحيم حجازى القيت فى الندوة العلمية الرابعة بشركة مصر صباغى البيضا فى ديسمبر ١٩٧٠ .

على أنه يجب أن نذكر أن محاولات تحسين مقاومة القطن للتجعد قد بدأت قبل الحرب العالمية الثانية بفترة طويلة فكانت اولى محاولات تحسين خاصية التجعد فى اوائل القرن الحالى وذلك باستعمال الفورمالدهيد فى وسط مائى مع وجود حامض معدنى وقد اجريت هذه المحاولة اساسا على الحرير الصناعى بقصد تثبيت ابعاد الخامة الا ان هذه المعالجة لم تصادف نجاحا لشدة تأثر قوة الخامة وفقدها لمعظم قوة شدها ٠

ولكن بالرغم من عدم نجاح هذه الطريقة الا انها اثبتت نظرية هامة وهى امكان تحسين خاصية التجعد للمنسوجات بالطريق الكيماوى كما أمكن فيما سيأتى ذكره ادخال تعديلات على هذه الطريقة وعلى ظروف تفاعل الفورمالدهيد مع سليلوز القطن للتقليل من درجة انهيار قوة شد المنسوجات كما ان دراسة تفاعل الفورمالدهيد مع سليلوز القطن اوضحت الكثير من العلاقات التى تربط خاصية مقاومة التجعد بتكون رباطات كيماوية بين سلاسل الجلوكوبيرانوزية مما دفع تجربة العديد من المركبات ذات التفاعل الثنائى وادى الى استخدام ما يعرف الآن بالراتنجات النشطة أو الرابطة .

اما اول خطوه عملية لتحسين خواص التجعد للمنسوجات القطنية قد اثبت على يد ثلاثة من العلماء الانجليز هم فولدز ومارش وود (١) فى شركة توتال برودهيرست ولى وذلك بعد خطة بحوث استغرقت بضعة سنوات من عشرينيات هذا القرن .

وقد استخدم هؤلاء العلماء لاسباغ خاصية مقاومة التجعد على الاقمشة القطنية والمصنوعة من الرايون المواد الناتجة من تفاعل الفورمالدهيد مع اليوريا وهى احادي وثنائي ميثولل اليوريا — اللذان يتكونان فى ظروف خاصة وبنسب تختلف باختلاف نسب مواد التفاعل المذكورة وقد توصل هؤلاء العلماء الى اختيار تلك النسب التى ينشأ عنها تكون جزئيين من المركب الثنائى الى جزئى من المركب الاحادى لان هذه النسبة تجمع بين كثير من الخواص المرغوب اعطائها للمنتج النهائى — الا انه يمكن تغيير هذه النسبة بزيادة المركب

---

(1) R. P. Foulds, J. T. Marsh & F.C. Wool — U.S. Pat. 1.743516 Vov. 1929.

الثنائى للحصول على تجهيز اكثر امتلاءا واكثر صلابة او بزيادة نسبة المركب الاحادى للحصول على تجهيز اكثر طراوه .

ويلزم للحصول على التجهيز المقاوم للتجعد وجود عامل مساعد يعمل على تكون المادة الراتنجية داخل الالياف وهذا العامل اما ان يكون حامضا او مادة معطية للاحماض فى درجة الحرارة العالية كما سيفصل فيما بعد .

وتعطى مادة التجهيز فى صورة محلول بنسبة حوالى ٣٠٪ ويضاف اليها المادة المكونة للحامض عادة بنسبة ١٠٪ من وزن الماده الفعالة ويحتوى محلول الغمر اضافة الى ذلك بعض المواد المطرية التى سيأتى دور الحديث عنها فيما بعد .

ويجرى غمر القماش على ماكينة فولار وتعصر بنسبة ٦٥ — ٧٠٪ ثم تجفف الاقمشة بدون شد (على استنتر مع جهاز تغذية) فى درجة حرارة ١٠٠ — ١٢٠ م ثم تجرى عليه عملية التحميض أو التثبيت بالحرارة بواسطة الهواء الساخن فى درجة ١٤٠ — ١٥٠ من ٤ — ٥ دقائق .

هذا وقد لوحظ منذ المبدأ ان الاقمشة القطنية المعالجة ضد التجعد تفقد ما يتراوح بين ٢٠ — ٣٥٪ من قوة شدها حسب نسبة الراتنج المثبت فى الخامة بينما ان الاقمشة المصنوعة من الرايون أو الفبران لا تفقد من قوة شدها بل تتزيد هذه القوة بعض الشىء اما مقاومة الاحتكاك فانها تقل فى الحالتين وان كانت نسبة الفقد اعلى فى حالة القطن منها فى حالة الالياف السليلوزية التحويلية .

وكان لهذه الظاهرة اثرها فى الاحجام فى المبدأ عن اجراء تجهيزات مقاومة التجعد على الاقمشة القطنية — وكان استعمال المعالجة باليوريا فورمالدهيد على القطن فى أول الامر (١٩٣٠ — ١٩٣٥) قاصرا على بعض المنسوجات غير الملبسية مثل ستائر الماركزيت والفوال وذلك لاعطائها ملمسا قشيبا مع مقاومة التجعد .

هذا وللتعويض عن الفقد فى قوة الشد للمنسوجات القطنية نتيجة للمعالجة بالراتنج المذكور عمد الى اجراء عملية مرسره او تحرير للاقمشة

قبل اجراء التجهيز عليها وذلك لان عملية المرسره تزيد بوجه عام فى قوة شد الاقمشة .

وفى الفترة بين ١٩٣٥ - ١٩٤٠ بدأت محاولات لمعالجة اقمشة القمصان واقمشة السيدات بالمواد الراتنجية وذلك اساسا لاعطائها ممانعة ضد الانكماش عند البلل وذلك باستعمال نسب اقل من الراتنج ولكن سرعان ماتبين ان القمصان المصنوعة من الاقمشة المعالجة باليوريافورمالدهيد تتأثر بعمليات الغسيل عند احتواء محلول الغسيل المستعمل على هيبوكاوريت الصوديوم الذى يعمم استعماله فى بعض البلدان مثل انجلترا وفرنسا وأمريكا اذا انه بعد الغسيل ثم التجفيف وعند تعرض الاقمشة لتأثير حرارة المكواه فانها تصفر وتفقد جانب كبير من قوتها وقد وضح أن ذلك ناتج عن امتصاص الراتنج للكلور على مجموعة الاميد ثم تحلل المركب بتأثير الحرارة وتكون حامض كلوريدريك يؤثر على سليلوز القطن ويحوله الى هيدرو سليلوز

ولهذه الاسباب فقد نشطت الابحاث لاستبدال اليوريا فورمالدهيد بمركبات أخرى كان أولها مركبات الميلامين مع الفورمالدهيد اذ وجد أن باستعماله لاتحدث ظاهرة فقد قوة المنسوجات اضافة الى ان التجهيز الناتج باستعمال هذه المركبات اكثر ثباتا على الغسيل المتكرر واخيرا فان نسبة ما تفقده الخامة من قوة الشد اقل منها فى حالة استعمال اليوريافورمالدهيد الا ان عيب هذا التجهيز هو حدوث اصفرار فى الاقمشة ولهذا فلم يمكن استعماله مع الاقمشة البيضاء والمصبوغة بالوان زاهية .

اما اكبر استعمال لمركبات الميلامين فقد وجه الى التجهيزات التى تجرى على الاقمشة بالطرق الميكانيكية لتثبيت التأثير الميكانيكى مثل التجهيز الحريرى (Silk Finish) والتجهيز ذى النقوش البارزة (Embossing)

وبدخول الالياف الصناعية التخليقية بعد الحرب العالمية الثانية كمنافس قوى للقطن وما تمتاز به المنسوجات المصنوعة منها من مقاومة عالية ضد التجعد وارتفاع درجة تحملها للاستعمال والدعاية الضخمة التى قامت بها مؤسسات صناعة الالياف ومؤسسات التوزيع كان لزاما بذل عناية اكبر

لتحسين خواص المنسوجات القطنية وتكملة ما يعوزها من خواص مرغوبة مما تتصف به الالياف الصناعية مثل مقاومة التجعد وعدم الحاجة للاستعمال للمكواه بعد غسيل الملابس .

ومن هنا بدأت الاتجاه الى استعمال انواع جديدة من الراتنجات يخلو استعمالها من العيوب السابق ذكرها فى حالا استعمال الفورمالدهيد والميلامين فورمالدهيد وبذلك بدااستعمال مجموعة من المواد الراتنجية تعرف بالراتنجات النشطة او المتفاعلة (Reactant Resins) والتى تمتاز فى المكان الاول باتحادها اتحادا كيماويا بسليلوز القطن وعمل رباطات قوية بين السلاسل الجزيئية لهذه المادة .

وكان اول فرد من هذه المجموعة هو ثانى ميثلول اثيلين يوريا الحلقى (Di — Methylol cyclic Ethylene Urea) الذى اصبح من اكثر المواد الراتنجية استعمالا فى تجهيز المنسوجات بالرغم من بعض العيوب التى يتصف بها التجهيز الناتج باستعمال هذه المادة والتى ستشرحها فى حينه .

وقد تلى ذلك مباشرة مادة الهيدرازون Hydrazon ثم الراتنجات الايبوكسيدية (Epoxy — Resins) ثم البروبيلين يوريا واخير الكريمات (Carbamates)

ويجرى استعمال هذه المركبات بنفس الطريقة التى ذكرناها مع اليوريا فورمالدهيد اعنى

(١) غمر على الفولار
(٢) تجفيف
(٣) تثبيت حرارى

وفى الستينيات ظهرت طرق اخرى لمعالجة المنسوجات القطنية ضد التجعد تختلف عن السابقة باجراء تفاعل بعض المواد مع السليلوز فى درجة الحرارة العادية وفى وجود مادة قلوية وقد اطلق على هذه الطرق اسم التجهيزبدون الراتنج Non-Resin Finish وتقوم هذه الطرق على معالجة الاقمشة

ببعض المركبات المحتوية على ذرتى كلور او مجموعتى فنيل سلفون فى وجود قلوى مثل الصودا الكاوية ويحدث التفاعل فى حالة المركب الكلورى والسليلوز الصوديومى بفضل حامض الكلوريدريك فى صورة ملح صوديوم وربط السلاسل السليلوزية ببعضها بجزئى المادة اما فى حالة السلفون فان التفاعل يحــدث بالاضافة على الرباط الفنيلى وتعطى هذه المعالجة زاوية مقاومة تجعد عالية على الرطب مما يتيح استعمال هذه الطريقة للحصول على تجهيــز لا يحتاج لاستعمال المكواه غير أن زاوية مقاومة التجعد على الجاف منخفضة ولهذا ففى الغالب تصحب هــذه المعالجة معالجة بالراتنجات العادية لزيادة زاوية التجعــد عـــلى الجـــــاف .

ونكمل هذه المقدمة بذكر موضوع التجهيز الخاص باعطاء الكسر الثابتة للاقمشة (Permanent Press) والذى يقوم على معالجة الاقمشة اولا بمادة راتنجية ثم تثبيتها اما جزئيا او كليــا ثم يجرى تفصيل الاقمشة سواء البنطلونات او القمصان وبعد ذلك تجرى عملية مكواه لتثبيت الكسر وعــدم فــردها بالغســـــيل .

٢ — الراتنجـــات الصناعية المســتعملة

تراكيبها وطريقة تفاعلها مع السليلوز

تعـــــــاريف :

استعمل لفظ الراتنج الصناعى (Resin) أصلا ليصف مجموعة من المواد ذات التراكيب المعقدة التى تكون بطريقة البلمرة من اتحاد واحـــداتٍ بســـيطة اما فى صورة خيطية أو فى صورة فراغية (ذات ابعاد ثلاثية) وقـــد استعير هـــذا اللفظ فيما بعد ليطلق على المكونات الاساسية التى تدخـــل فى تركيب الراتنج فى الصـــورة النهـــائية .

واذا استعرضنا المواد المختلفة المستعملة فى اعطاء خواص المقـــاومة للتجعـــد لوجدنا انها تقع فى احـــدى مجموعتـــين :

١ — المواد ذات البلمرة الذاتية أو المكونة للمادة الراتنجيـــة .
٢— المواد المتفاعلة التى تتفاعل اساسا مع السليلوز . .

على ان هذا التقسيم لا يعنى وضع خط فاصل بين هاتين المجموعتين وأن التفاعل الحادث فى اى من هاتين المجموعتين هو الوحيد الذى يحـــدث بل انه هو الغالب الحدوث والذى يحدث بنسبة كبيرة تحجب اهميه التفاعل الآخـــــــــــــــــر .

٣ — هذا واضافة الى هاتين المجموعتين تستعمل لاعطاء خاصية مقاومة التجعد للاقمشـة القطنية مواد لا يمكن أن تنتمى الى احداها لانها تتفاعل فقط مع السليلوز ولهذا فقد اطلق على التجهيز الناتج عنها بالتجهيز غـــير الراتنجـــــى .

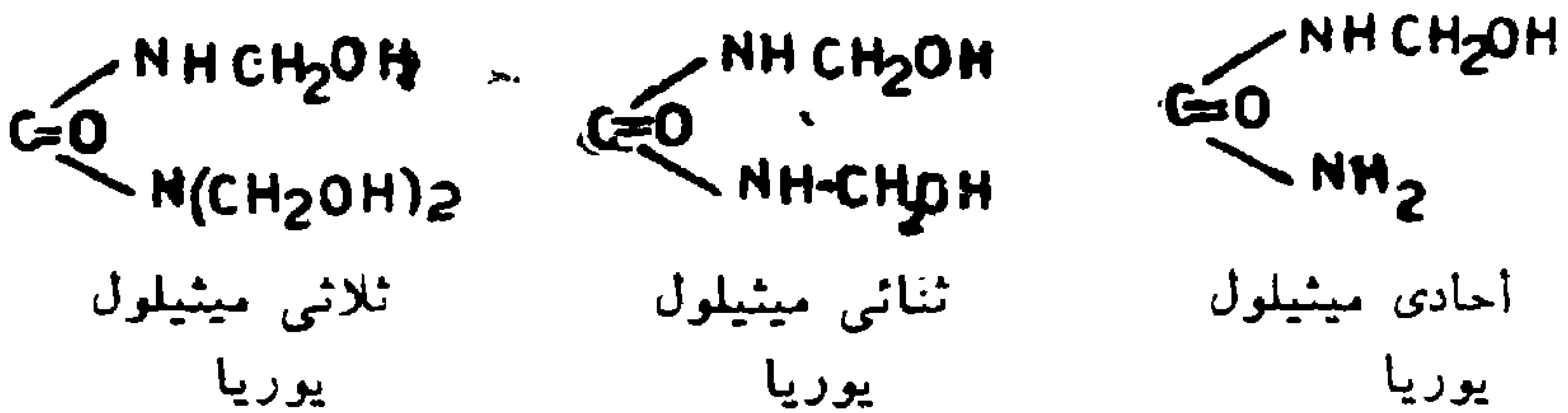
(١) الراتنجـــات ذات البـــلمرة الذاتيـــة

ينتمى الى هذه المجموعة المركبات المثيولية لليوريا والميلامين وهى كما (كما سبق ذكره) أولى المـــواد التى استخدمت بغرض تجهيـــز المنسوجات القطنية والسليلوزية عامة لتحسين خواص مقاومتها للتجعد وهذه المواد تكون

اساسيا اثناء عملية التحميص او المعالجة الحرارية مركبات فراغية ذات ابعاد ثلاثية اضافة الى تفاعلها بنسبة اقل مع مجموعات الهيدروكسيل فى السليلوز . والسبب فى اتجاه التفاعل نحو تكون الراتنج هو وجود مجموعة الاميد (-NH-) وارتفاع نشاط مجموعة المثيلول .

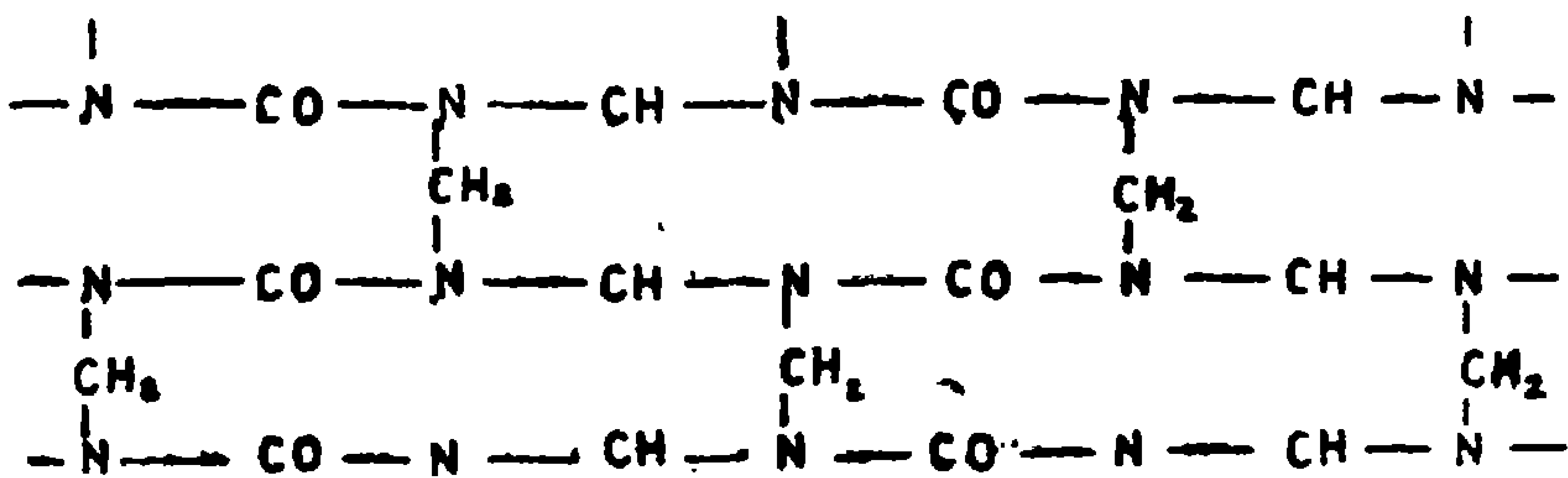
١ — اليوريا فورمالدهيد

يعطى تفاعل اليوريا فورمالدهيد المركبين الاساسيين احادى مثيلول يوريا وثنائى مثيلول يوريا تبعا لنسبة الفورمالدهيد الى اليوريا ويحتاج التفاعل وجود وسط قليل القلوية باضافة النشادر الى محلول التفاعل وقد امكن بطريقة غير مباشرة تحضير ثلاثى مثيلول يوريا (١) الذى استخدم ايضا فى التجهيز المقاوم للتجعد .



احادى ميثيلول يوريا — ثنائى ميثيلول يوريا — ثلاثى ميثيلول يوريا

أما تكون الراتنج فينتج عن اتحاد عدد من الواحدات المثيلولية بعضها بالبعض وقد اقترح الرمز التالى لتركيب الراتنج المتكون .



---

(1) HARRO PETERSEN — Tex. Res. J. Vol. 4 1970 p. 335.

ويمتاز استعمال اليوريا فورمالدهيد عامة برخص التكلفة وامكان تحضير مواد التجهيز محليا

الا ان اهم عيوب هذا التجهيز هي :

(١) قلة ثباته على الغسيل المتكرر وفقد الخامة المانعة التجعد مع الوقت ·
(٢) تصاعد رائحة الفورمالدهيد من الاقمشة اثناء التخزين والاستعمال .
(٣) امتصاص الكلور من المحاليل المحتوية على الهيبوكلوريت وأثر ذلك على قوة شد المنسوجات عند تركيبها .
(٤) سرعة تحلل محلول الغمر وتكون رواسب به (مثيلين يوريا) .

هذا وقد امكن معالجة العيب الاخير باستبدال مركب المثيلول بالاكيل مثيلول وبالرغم من العيوب المذكورة أعلاه فما زالت هذه المركبات منتشرة الاستعمال فى تجهيز الاقمشة القطنية وتلك المصنوعة من الرايون والفبران·

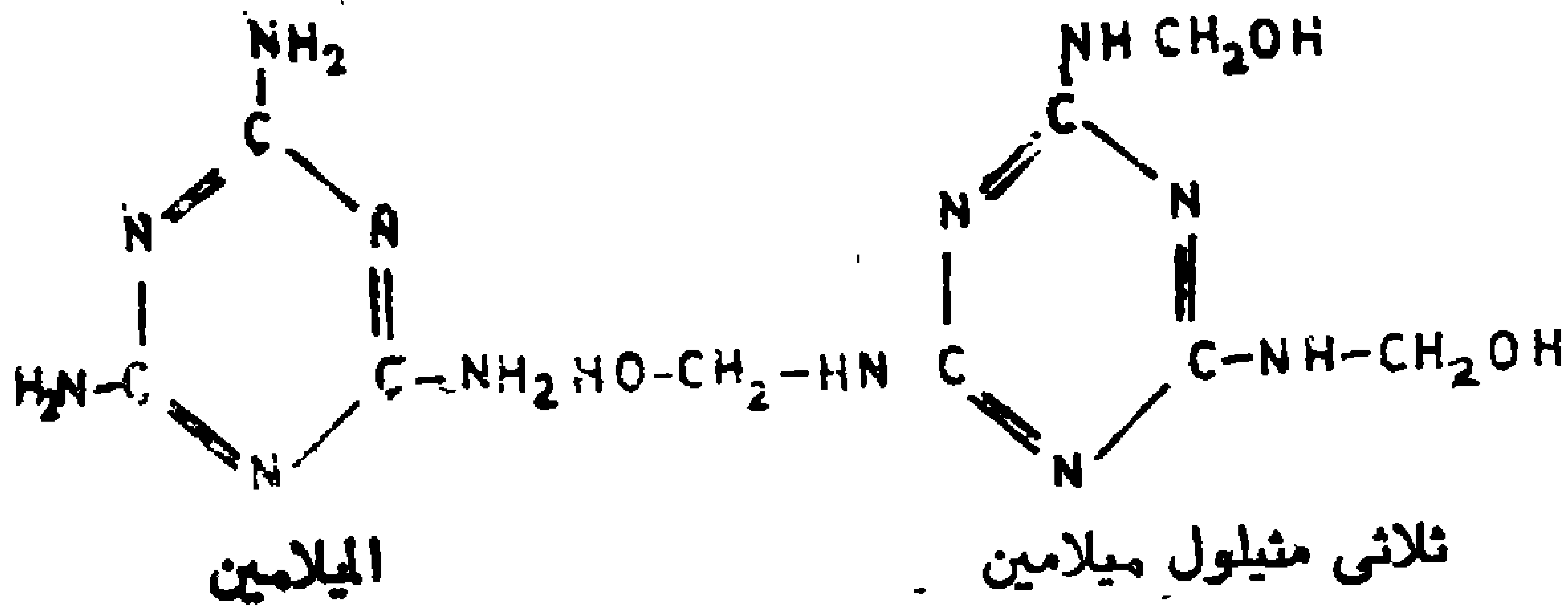
وكشأن جميع المركبات الراتنجية يؤدى التجهيز باليوريا فورمالدهيد الى خفض ما بين ١٥ — ٢٠٪ من قوة شد الخامة فى حالة الاقمشة القطنية وهذا الفقد فى القوة ليس مرده التأثير الكيماوى بل هو مظهر فيزيائى ينتج عن تقليل قوة الاستطالة او المطاطية فى الخامة ويمكن تحسين قوة الشد بعض الشىء باستعمال المواد المطرية فى حمام الغمر كما سيأتى ذكره .

الميلامين فورمالدهيد

الميلامين مركب حلقى سداسى الذرة يحتوى ستة مجموعة أميدنية يمكن ان تتفاعل مع الفورمالدهيد لتكوين مركبات مثيلولية الا ان اكبر درجة من الاستبدال هى المركب الخماسى ·

واكثر هذه المركبات استعمالا هو المركب الثلاثى (ثلاثى مثيلول ميلامين)

ويمتاز التجهيز الناتج عن استعمال الميلامين المثيلولى على اليوريافورمالدهيد بالثبات على الغسيل المتكرر .



اما بخصوص امتصاص الكلور فقد وجد ان مركبات الميلامين تمتص الكلور من محلول الهيبو كلوريت بنسبة كبيرة ولكن الكلور الممتص لا يتحلل لاعطاء حامض الكلوريدريك اثناء كى الاقمشة ويعزى ذلك الى ثبات مركب الكلور مع الميلامين نتيجة لارتفاع قاعدية الميلامين لوجود ثلاث ذرات ازوت فى التركيب الحلقى .

غير أن الكلور له تأثير آخر على التجهيز وهو اصفرار الاقمشة مما يجعل هذا التجهيز غير صالح للاستعمال مع الاقمشة البيضاء

وكما فى حالة اليوريا فورمالدهيد يحدث التفاعل بتكون راتنج باتحاد الجزيئات بعضها بالبعض مع تكون مركبات خيطية واخرى شبكية ذات ثلاث ابعاد .

وكان اول اقتراح لاستعمال الميلامين بغرض اعطاء المنسوجات القطنية مقاومة للتجعد فى عام ١٩٣٥ (شركة I.G الالمانية) الا ان اكثر تطور لاستعمال الميلامين فى الغرض المذكور يرجع الى شركة سيبا التى اطلقت على المركبات المكونة الاسماء التجارية (Lyofix) .

وتحضير مثيلول ميلامين عملية صعبة التنفيذ لشدة حساسية التفاعل وسرعة تكون مواد مبلمرة ولهذا فان مركبات الميلامين فورمالدهيد تباع عادة جاهزة .

واكثر استعمال مركبات الميلامين فى الوقت الحاضر هى فى التجهيزات الميكانيكية الثابتة .

وتباع مركبات الميلامين المثيلولية تحت اسماء عدة مثل

Lyofix A, Lyofix CH, Lyofix MA (Ciba/Geigy) Cassurit MKF (Cassella) Kaurit S AND Naurit M 70 (BASF)

هذا ويمكن استعمال بعض مركبات الميلامين فى صورة مركب غروى حامضى Acid Colloid وهو يعطى ايضا ممانعة للتجمد .

٢ ـ الراتنجات المتفاعلة (Reactant Resins)

هذه مركبات كما ذكرنا تحتوى على مجموعتين متفاعلتين وتتفاعل اساسا مع هيدروكسيل السليلوز وتعمل على ربط السلاسل المتجاورة فى الاجزاء غير المتبلرة وسطوح الجسيمات المتبلرة .

وتتركز اهمية هذه المركبات فى ان التجهيز الناتج له درجة ثبات عالية على الغسيل المتكرر نظرا لحدوث اتحاد مع السليلوز .

أما تكون الراتنج فلا يحدث الا بنسبة ضئيلة وتدل البحوث على أن فى معظم الراتنجات المتفاعلة لا يحدث تكاثف ذاتى للمادة المتفاعلة الا بنسبة جزء ونصف بالنسبة لكل جزء متحد بالسليلوز .

ويمكن تقسيم الراتنجات المتفاعلة الى مجموعتين :

(١) المجموعة ذات التراكيب الحلقية (Cyclic Compounds)

(٢) المجموعة ذات التراكيب الخيطية (Linear Compounds)

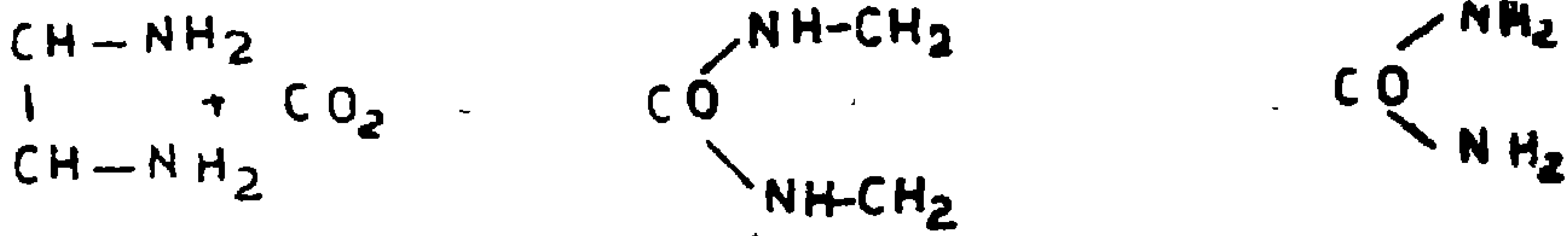
ونظرا للعدد الكبير من المركبات الممثلة فى كل من المجموعتين سنقتصر هنا على الحديث عن بعض المركبات التى لاقت اكثر استعمالا للتجهيز المقاوم للتجعد .

(١) المركبات الحلقية

تضم هذه المجموعة أكبر عدد من المواد المتفاعلة المستعملة حاليا فى مقاومة التجعد والجانب الاكبر من هذه المركبات يتبع فصيلة المركبات المثيلول اميد .

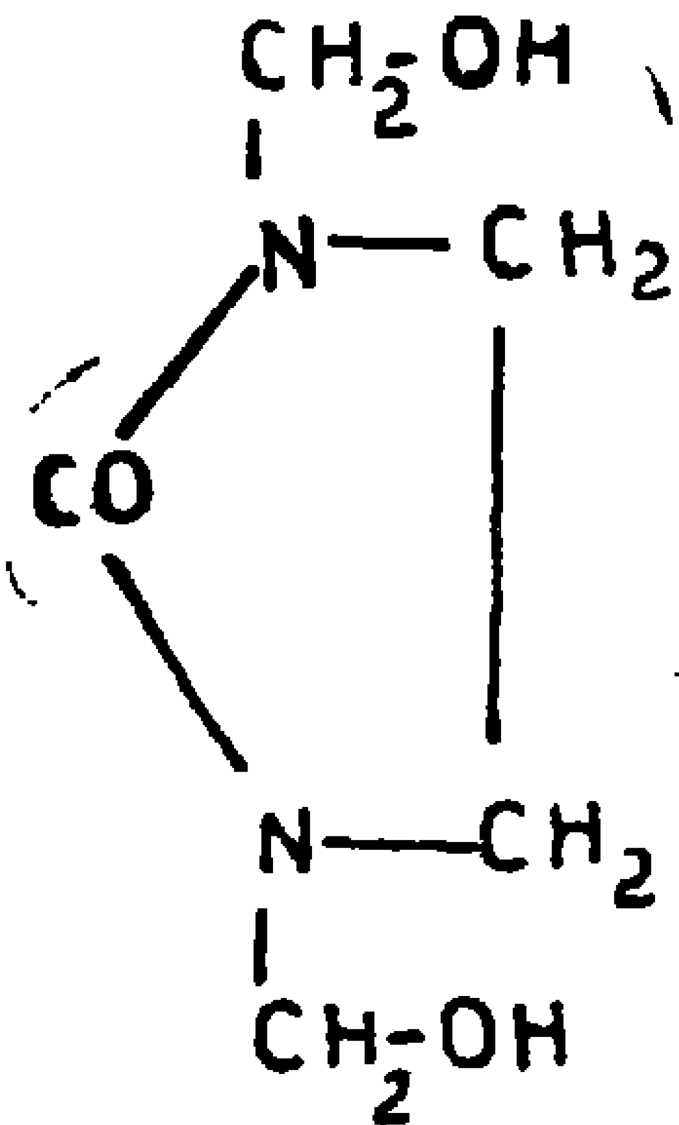
١ ــ الاثيلين يوريا الحلقى

يحضــــر هذا المركب بتفاعل ثانى اكســـيد الكربون مع ثنائى اميـد المثيـلين كما فى التـــالى .



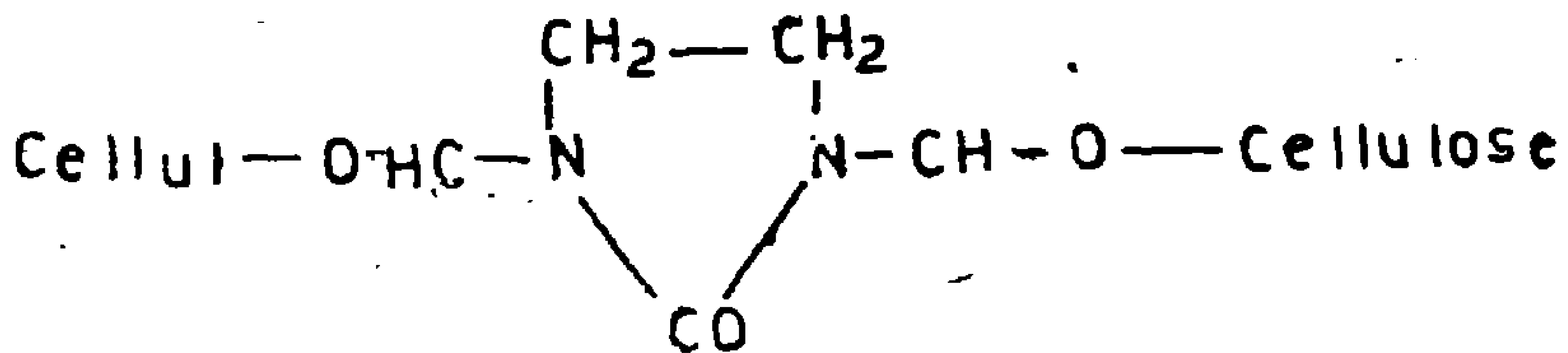
ويطلق على هذا المركب اثيلين يوريا نظرا لتشابه تركيبـه مع تركيب اليوريا اما الاسم الكيماوى فيمكن ان يكون 2-Imidazolidone او 1:3 diazacyclo-pendazone وغيرها

ويحضر المركب المثـيلولى بالتاثير بالفورمالدهيـد على المركب المذكور للحصول على المثاول الثنائى : ــ



ثانى مثيلول اثيلين يوريا

ونظرا لاحتواء المركب على مجموعتى مثيـلول فانه يعمل على ربط سلاسل السليلوز بعضها بالبعض بالتفاعل مع مجموعتى هيدروكسـيل فى سلسلتين مختلفتين



وأثبتت البحوث العديدة أن هذا التفاعل يحدث بالفعل بالصورة الموضحة(١) أعــلاه .

(1) Frick. Kuttes & Read — Tex. Res. J — 1959, 29-314.

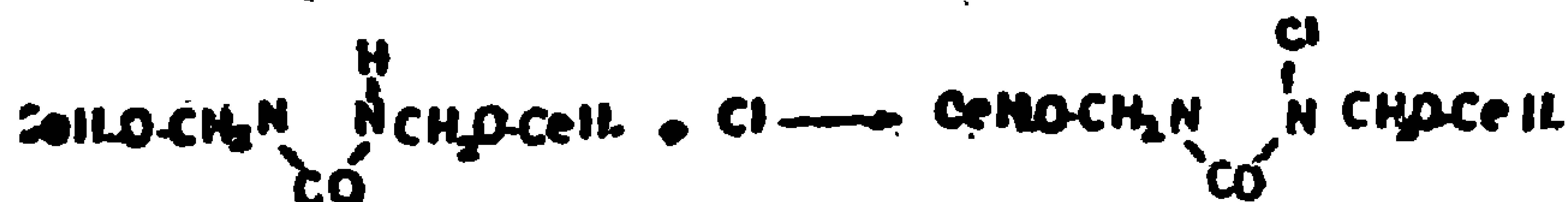
وقد لاقى استعمال الاثيلين يوريا الحلقى نجاحا كبيرا منذ بدء استعماله نظرا لميزاته العديدة على كل من مثيلول اليوريا والميلامين حتى وصل ما استخدم منه فى السنوات التالية مباشرة ٢٥ – ٣٠٪ من مجموع المركبات الراتنجية المستخدمة فى التجهيز اللازم للتجعد وتباع هذه المادة تحت اسماء عدة يذكر منها :

Seset S (Dupont) — Fixapret AH (BASF) — Rhonite R-I (Rhom & Haas) — Cassurit R.I. (Cassella) — Calaroc EU (I.C.I.) Knitter Everfit 1058 (Pfersee)

ويعزى النجاح الكبير الذى لاقاه استعمال المثيلول اثيلين يوريا الحلقى الى الثبات العالى للتجهيز الناتج على الغسيل المتكرر وثبات المحاليل المحضرة لمدد طويلة وعدم تأثيرها بوجود الملح الحامض أو ارتفاع درجة الحرارة ثم عدم تكون راتنج بالتكاثف الذاتى وكذلك امكان تخزين المادة مدة طويلة بدون حدوث تحلل بها ·

أما بخصوص امتصاص الكلور فكان الاعتقاد السائد أنه نظرا لعدم وجود ذرة هيدروجين أمينية بالجزئى فانه لا يمتص الكلور وبالفعل فان التجهيز الناتج لا تظهر به آثار لامتصاص الكلور فى بادىء الامر ولكن بعد عدة غسلات تبدأ الاقمشة المجهزة فى امتصاص الكلور وتعطيه فى صورة حامض كلوريدريك بتأثير حرارة المكواه ومما يساعد على حدوث هذه الظاهرة وجود مادة حمضية فى الغسيل كما يحدث عندما لا تغسل الاقمشة بعد التجهيز للتخلص من المادة المساعدة والآثار الحمضية الموجودة بالاقمشة ·

وتعزى هذه الظاهرة الى حدوث تحلل فى الراتنج وفتح الحلقة الخماسية وتكون مجموعة أميدية تحتوى على ذرة هيدروجين (١) كما يوضح فى التالى :

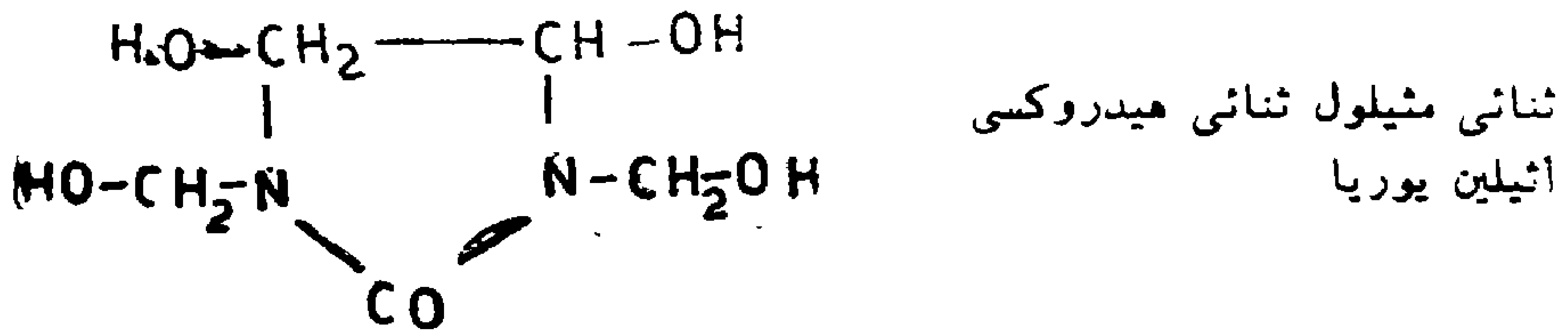


ومن جهة أخرى فان ثنائى مثيلول أثيلين يوريا الحلقى وجد أنه يؤثر على درجات ثبات بعض الالوان من فصيلة الالوان المباشرة والمتفاعلة ·

(1) MOSLER — Tex. Res. J. 1959 29 88
SMITH Amr. Dyes. Rep. 1959, 58 No. 8 49

وبالرغم من هذه العيوب فان هذه المادة ما زالت كثيرة الاستعمال فى التجهيزات الخاصة بمقاومة التجعد للاقمشة المصبوغة كما انتشر استعماله بدلا من مركبات الميلامين المثيلولية فى التجهيزات ذات المرحلة الميكانيكية مثل التجهيز الحريرى والتجهيز ذى النقوش البارزة وهو يفضل الميلامين من حيث عدم ترسيبه وتسديده لحفر الاسطوانات الخاصة لهذه التجهيزات وذلك لعدم تكوينه للراتنج بتأثير الحرارة ·

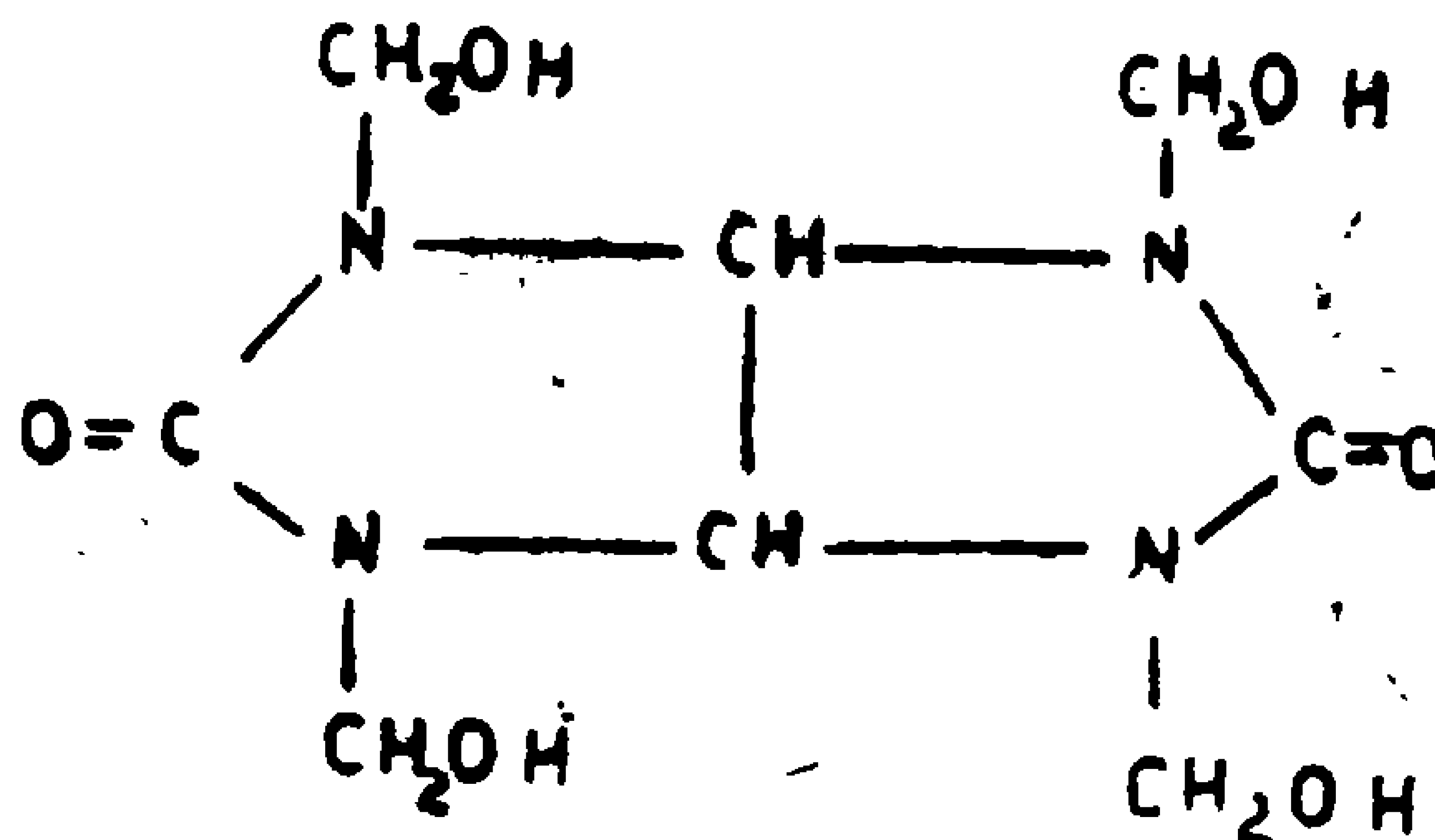
هذا وقد أمكن التغلب على موضوع التأثير على درجة ثبات الصبغات على الضوء بادخال مجموعتى هيدروكسيل على ذرتى الكربون فى الوضع الاثيلينى



وفضلا عن ذلك فان التجهيز الناتج له مقاومة أعلى على امتصاص الكلور (١) ولكن يجب أن يضاف المقدار اللازم من المادة المساعدة (كلوريد الزنك) وتعرض هذه المادة فى التجارة تحت الاسماء التالية

Fixapret CPN (BASF) — Knitter Everfit LE (PFERSES)
Permafresh LF (Warwick)

ولنذكر ضمن هذه المجموعة المركب المعروف باسم رباعى مثيلول ثنائى يوريا الممثل فى الرمز



---

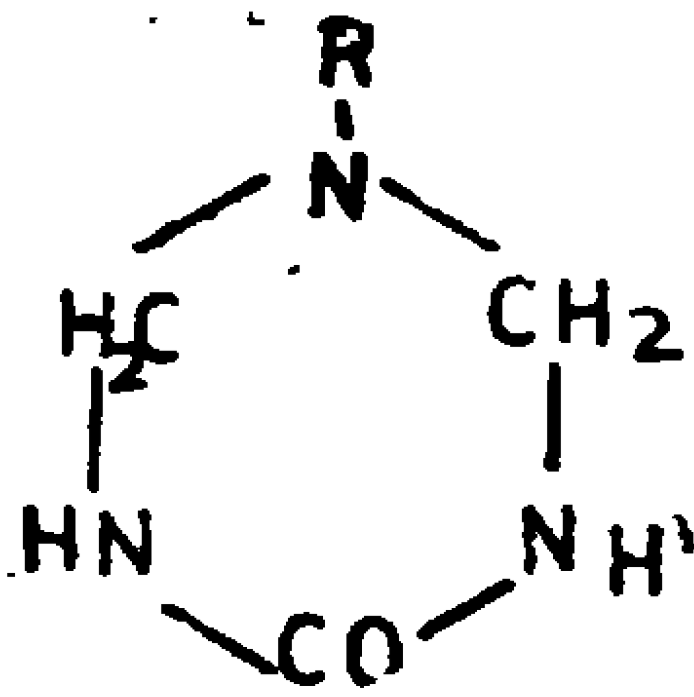
(1) W. Rvemens, Goelz, Seidler Mil. Tex. B. V. 41-3-210 1960

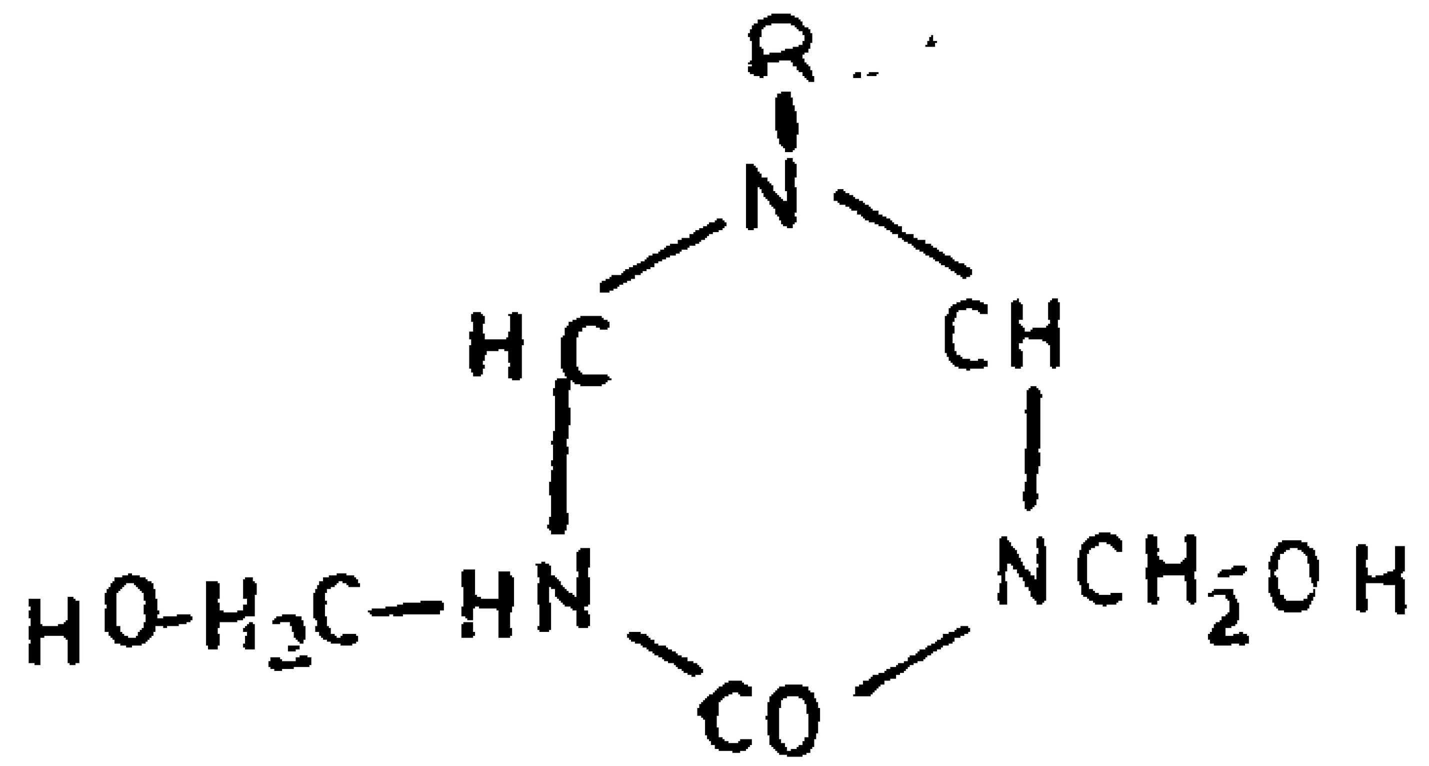
والذى ينتج تحت اسم FIxapret 1140 (BASF)

وقد استخدمت هذه المادة منذ فترة غير قصيرة لتجهيز الاقمشة القطنية وأقمشة الفيبران والرايون بغرض اعطاء الاقمشة ممانعة للانكماش بالغسيل وهى لا تعطى درجة عالية للمقاومة ضد التجعد بينما تؤثر فى قوة شد المنسوجات ·

الترياizينون (TRIAZINONE)

بعد ما تبين عيب مادة المثيلول أثيلين يوريا الخاص بموضوع امتصاص الكلور وعدم صلاحية هذه المادة لتجهيز الاقمشة البيضاء المحتمل تعرضها للتبييض فى محاليل تحتوى على الهيبوكلوريت اتجهت الابحاث لاستعمال مواد أخرى لا تتصف بهذا العيب وكانت أولى المواد التى استخدمت لهذا الغرض مادة الترايازينون وهذه المادة قليلة التكلفة وتحضر بتأثير الامينات الشمعية على ثانى مثيلول يوريا ويعطى الرمز التالى





حيث R تمثل مجموعة مثيل او الكيل أخرى أو أريل ·

وكانت الفكرة الاساسية لتحضير هذا المركب هى زيادة قاعدية المادة حتى اذا حدث بها امتصاص للكلور فانها لا تطلقه فى صورة حامض كلوريدريك أثناء كى الاقمشة وذلك على نمط ما يحدث مع الميلامين ·

ولكن تبين فيما بعد أن التاثير الاساسى لعدم التأثر بامتصاص الكلور هو نتيجة للتركيب الحلقى السداسى وهو تركيب كما هو معلوم أكثر ثباتا من التركيب الخماسى ·

ولكن بالرغم من ميزة عدم التأثر بامتصاص الكلور فان هذا التجهيز غير خالى من العيوب التى أهمها انخفاض قوة التجعد الممكن الحصول عليها بالمقارنة مع المواد المثيلولية الاخرى ثم الحاجة الى اجراء التثبيت فى درجة حرارة تصل الى ١٦٥ °م مما يسبب بعض الاصفرار للاقمشة والحاجة الى ازالة اللون المتكون

باستعمال بعض المـواد المؤكسدة فى الغسيل بعد التجهيز · كما أن التجهيز يعطى الرائحـة السمكية الكريهة وذلك نتيجة لوجود بعض الامينات الحـرة بالمركبات الصناعية لهذا المركب وأخيرا فان التجهيز الناتج ليس على درجة كبيرة من الثبات على الغسيل ·

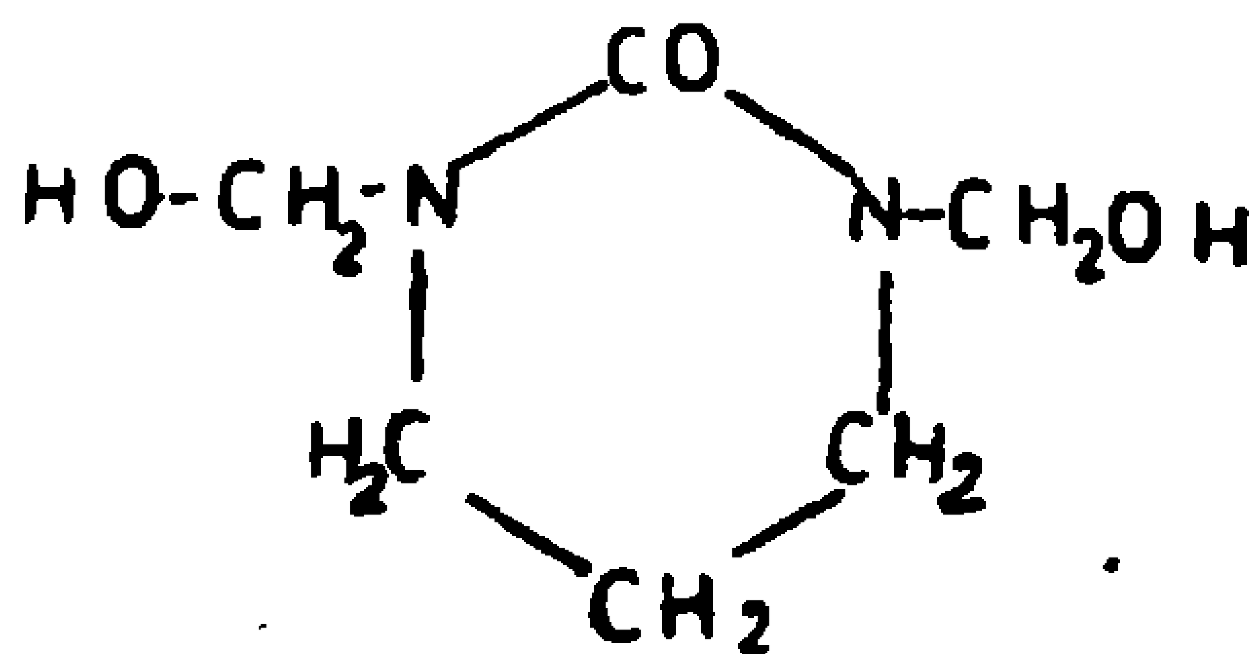
ولهذه الاسباب فقل أن يستعمل الترايازينون وحـده كمادة تجهيـز ضـد التجعد ولكنه وجد استعمالا فى عمل خلطات مع المركبات المثيلولية الاخرى التى ليس لهـا ثبات كبير على امتصاص الكلور مثل المثيلول يوريا والمثيلول مثيلين يوريا الحلقى اذ أنه فى هذه الحالة يعمل على الاتحاد بالكلور وعدم اطلاقه فى صورة حامض كلوريدريك عند اجراء عملية المكواه ·

ويحضر الترايازينون تحت أسماء تجارية عديدة مثل التالية
Zeset Me (Dupont) — Fixapret TN (BASF) — Knitter Everfiftz (PRERSEE). Uformite N. 117 (ROHM & HAAS) Calaroct (I.C.I.)

البروبيلين يوريـا الحلقى

ولعل أهم المواد التى أمكن التغلب باستعمالهـا بصفة قاطعـة على مشكلة امتصاص الكلور هو المركب المعروف باسم ثانى مثيلول بروبيلين يوريا الحلقى (Dimethylol Cyclic Propylene Urea)

المعطى رمزه الكيماوى أدناه



وهو ينتج تحت اسم :
Fixapret PH (BASF)

وهذه المـادة ذات صلاحية عاليـة لتجهيز جميع الاقمشـة وهـذا التجهيز لا يؤثر على الاقمشـة البيضاء لعدم امتصاصه للكلور ·

ويعزى ثبات التجهيز الناتج الى التركيب الحلقى السداسى .

ويستعمل كمـادة مساعدة كلوريد المغنسيوم أو أملاح الزنك وليس لهـذا التجهيز عيب غير قلة ثباته على المحاليل الحمضية الاقل من درجة اس هيدروجينى ٤ (PH 4) ولهذا السبب ينصح بغسيل القماش بعد التجهيز لازالة المادة المساعدة الحمضية وذلك حتى لا يتأثر التجهيز من وجود هذه المـادة اذا بقيت الاقمشـة مدة طويلة قبل الإستعمال .

٢ ـ المركبـات الخطيـة (Linear Reactants)

هذه المركبات تتكون من جزيئات غير حلقية تحتوى فى طرف كل منهـا على مجموعة نشطـة يمكن أن تتفاعل مع مجموعات الهيدروكسيل فى السليلوز .

الالدهيـــدات

الفورمالدهيد : ولعل أبسط هـذه المركبات وأول مـا استعمل منهـا هـو الفورمالدهيد كما سبق لنـا ذكره فى المقدمـة .

ويعزى ربط السلاسل السليلوزية بالفورمالدهيد الى تكون رباط مثيلينى $— CH_2 —$ بين السلاسل المتجاورة للجزيئات السليلوزية ولا شك أن فى هـذه الحالة تتفاعل الفورمالدهيـد فى صورة مثيلين جليكول $(HO—CH_2—OH)$ مع انفصال المـاء أثناء التفاعل مع مجموعتى هيدروكسيل فى السليلوز .

وكان أول استعمال للفورمالدهيد هو لمعالجة المنسوجات المصنوعة من الحرير الصناعى وذلك لزيادة قـوة هـذه المنسوجات وهى مبتلة فى سنة ١٨٩٦ الا أن أول بحث جدى بهـذا الخصوص كان على يد (Eschalier) فى سنة ١٩٠٦ وذلك لغرض مماثل ولكن بعد تحسين طريقة المعالجة وظروفها .

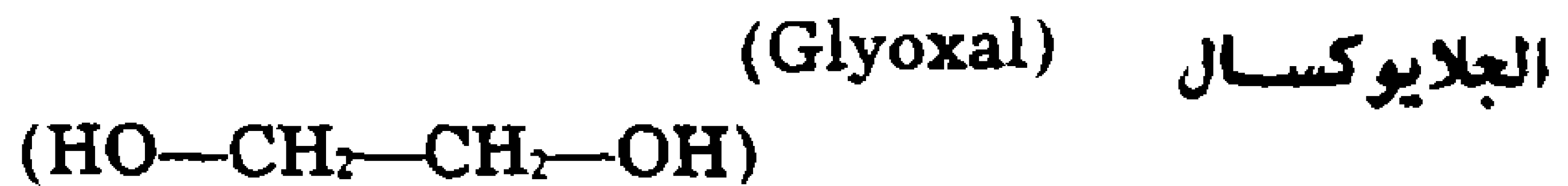
ولم يلاحظ فى هذه الحالـة حدوث تحسين فى خواص التجعد للمنسوجات المعالجة وذلك لانخفاض نسبة الفورمالدهيد المتحدة بالسليلوز .

وفى المدة بين ١٩٢٦ ـ ١٩٣٦ استخدمت الطريقة أيضا مع الحرير الصناعى باستعمال وسط مائى محتوى على حامض مثل الكلورهيدريك فى درجة الحرارة العادية وذلك بغرض تثبيت أبعاد الخامات وتقليل درجة انكماشها .

وفى هذه الحالات أيضا لم تزيد نسبة الفورمالدهيد المثبتة على السليلوز عن ١٪ اذ وجد أن زيادة هذه النسبة تؤثر فى قـوة الالياف ٠

وقد أجريت عـدة محاولات بعد ذلك لزيادة نسبة الفورمالدهيد المتحـدة لاعطاء مقاومة تجعد للخامة مع التقليل من الفقـد فى قوة الشـد وذلك باضافة بعض الامـلاح للمحلـول المستعمل للتقليل مـن نسبة انتفـاخ الاليـاف أثنـاء المعالجـة ٠

ونذكر أخـيرا أن بعض الباحثين اليابانيين قد أجروا تعديلا على طريقـة المعالجـة بالفورمالدهيد وتطبيقهـا على الاقمشـة القطنيـة ويتلخص هذا التعديل فى الاساس باجـراء تفاعل الفورمالدهيد فى وسط غازى وذلك بتعريض الاقمشة القطنية لجو يحتوى على نسب محـددة من كل من غـاز الفورمالدهيـد وحامض الكلوريدريك فى صورة غازية وفى درجة حرارة لا تزيد عن ٥٠ مئوية وقد أطلق اسـم Marvelised 7 على هـذا النـوع من التجهيز ـ وقد وجد أن هذه المعالجة تعطى أقمشة جيدة الصفات من حيث درجة التجعد المرتفعة أمـا الفقد فى قـوة الخامـة فلا يزيد عمـا يحدث بالمعالجـة بالراتنجات ٠



الجلايوكسـال (Glyoxal)

$(HO—CH_2—CH_2—OH)$

استخدمت شركة (.I.G) الالمـانية هـذه المـادة قبل الحرب العالميـة الثانية لزيادة مقاومة التجعد وتثبيت أبعاد الخامات القطنية والرايون ـ ويحتمل أن هذه الطريقة هـى التى تستعملهـا شركة (CLUET-PEABODY) فـى التجهيـز المعروف باسـم (SANFOR SET) ٠

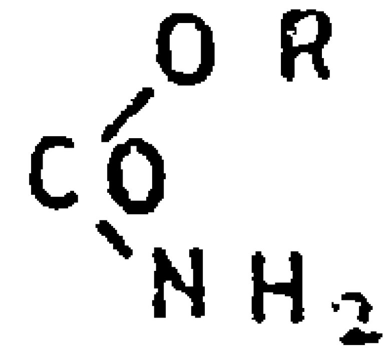
هـذا وقد استعمل بعض الالدهيدات الثنائية ذات الاطوال الكبـيرة (١) وذلك أولا للتغلب على موضوع تطاير الالدهيد ثم بغرض التقليل من الفقـد فى قوة الشـد وقد وجد أن أنسب هذه الالدهيدات هو الالدهيد الجلوتارى (٢) ٠

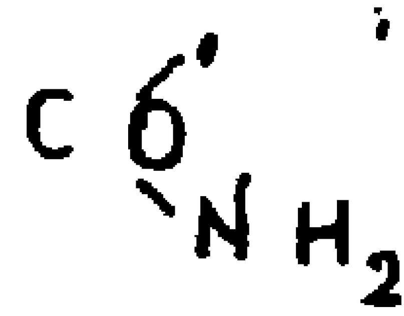
(1) Gagliard, & Nuessle AMR. DYE. REP. 1951, 40, 409

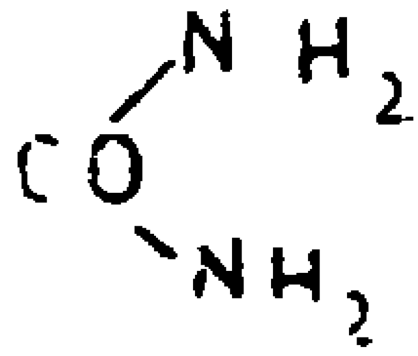
(2) Hurwitz, & Conlon — Tex. Res. J. 1958, 28-257

الكربامات أو اليوريتال

اليريتان هو أثير حامض الكرباميك النظرى ويمكن أن يطلق اسم الكيل كربامات على هذه المركبات ومن الرموز التالية يتضح لنا العلاقة التى تربط هذه المركبات باليوريا ٠







كربامات أو يوريتان　　　حامض كرباميك　　　يوريا

ويوجد عدد كبير من مركبات اليوريتان يعتمد على نوع المجموعة الالكيل (R) وجدير بالذكر أن هذه المركبات كانت مواد أساس لتحضير نوع من الالياف التركيبية معروف باسم (PERION V) انتجته شركة I.G قبل الحرب العالمية الثانية ٠

وقد أخذت هذه المركبات أهمية كبرى فى الوقت الحاضر نظرا لاستعمالها فى صناعة الاسفنج الصناعى ٠

أما أولى المواد التى استخدمت فى التجهيز فهى المعروفة تحت اسم Fixapret BV (BASF) والتى يمثلها التركيب الكيماوى التالى

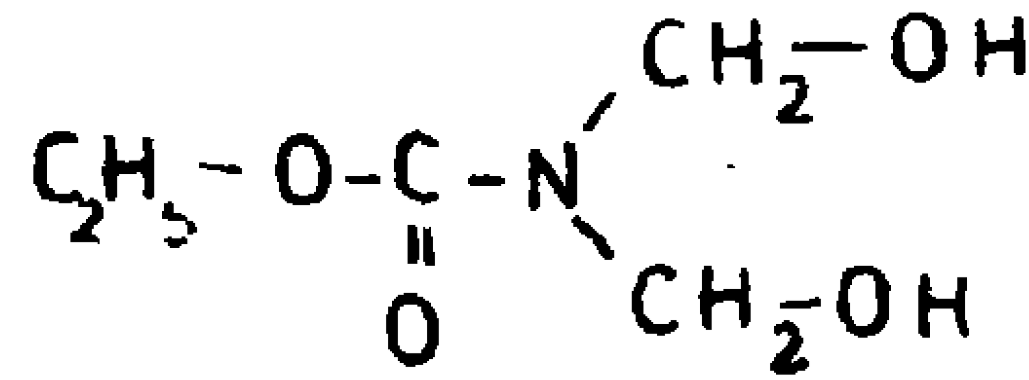


وهذه المادة تتفاعل كعامل ربط للسليلوز وفى الوقت نفسه تتفاعل مع بعضها مكونة الراتنج وتستعمل فى التجهيز لمقاومة التجعد وهى تعطى زاوية تجعد عالية على البلل مما يجعلها تصلح للتجهيز الذى لا يحتاج لاستعمال المكواه ٠

الا أن التجهيز الناتج يتأثر بامتصاص الكلور ٠

على أن أهم البحوث التى أجريت بهذا الصدد هى تلك التى قامت بها

مجموعة من البحاثة بالمركز الاقليمى الجنوبى لوزارة الزراعة الامريكية على مركب الالكيل كربمات البسيط (١) الذى يكون مع الفورمالدهيد المركب الثنائى التالى



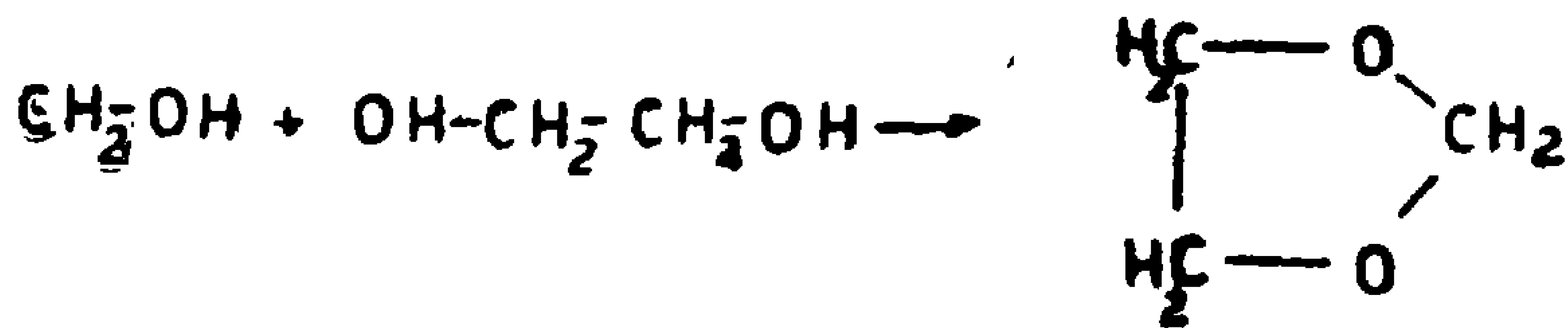
Dimethylol Ethyl Carbamate

فقد وجد أن هذا المركب يعطى تجهيزا ممانعا للتجعد لا يمتص الكلور على غير ما هو متوقع من تركيبه المنبسط ـ وأهم ما يميز هذا التجهيز ارتفاع مقاومته للغسيل فى وجود الحامض ٠

هذا وقد جربت الكربمات نصف المكثفة للتجهيزات الخاصة بالثنايا الثابتة وأعطت نتائج جيدة من حيث الاحتفاظ بقوة الالياف (٢) ٠

الاسـيتال (ACETALS)

تتكون مركبات الاسيتال من تفاعل الالدهيدات مع الكحولات وأهم هذه المركبات بالنسبة للتجهيز المقاوم للتجعد هى التى يحصل عليها بتأثير الفورمالدهيد على الكحولات كما هو موضح أدناه ويطلق على المركب اسم الفورمال فى هذه الحالة

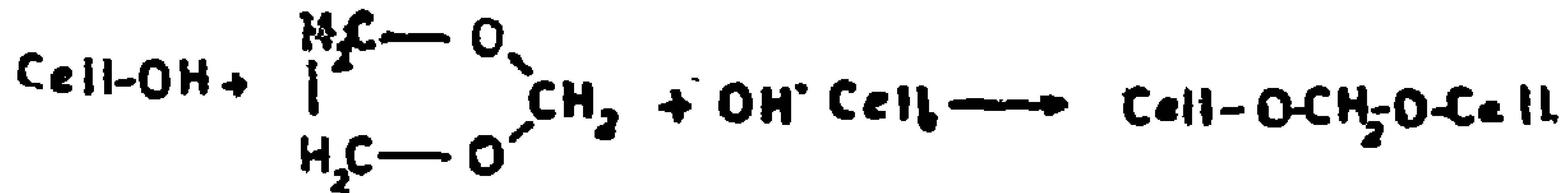


---

(1) R-L. Arceneaux, J.C-Frick, J.D-Reid-G. Cautreaux-AMR. DYE. REP. Oct. 1961-839

(2) Tesero, Sello & Moore — Tex. Res. J. 17th Chem Finishing conferance Washington Oct 8-10 1968

والفورمـال يتفاعل مع السليلوز فى درجـة حرارة ١٥٠ ـ ١٦٠ فى وجود عامل مساعد حمضى معطى للأيـون الهيدروجينـى +H مثل كلوريـد المغنسيوم ويحدث التفاعل مع السليلوز على النحو التالى



وبذلك يحدث الربط بين السلاسل الجزيئية فى السليلوز كما لو كان التفاعل مع الفورمالدهيد ولا شك أن هذه طريقة طريفة لربط هذه السلاسل بمجموعة المثيلين تعوض عن استعمال الفورمالدهيد وما تجره من صعاب فى التطبيق ·

وتعطى المعالجـة بالفورمال درجة مقاومـة مناسبة للتجعـد عـلى كل من الجاف والمبلول ولا يمتص الكلور ويمكن رفع درجـة المقاومة على الجـاف بخلط المـادة مع أى مركب مثيلولى من السابق الحديث عنها ·

وتستخدم هذه الطريقة تحت أسماء عدة مثل :

1) POM (PFERSEE) 2) ROTTAL PROCESS (ROTTA)
3) BANCARE II PROCESS (BANCROFT)

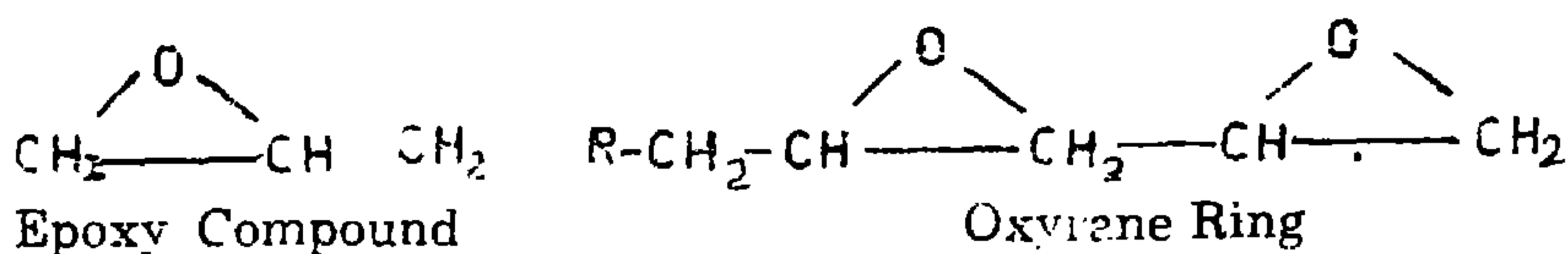
الراتنجـات الايبوكسية (Epoxy Resins)

تعزى دراسـة هذه المركبات وتطبيقها لتجهيز المنسوجات لكل من شركتى شل (Shell Development Corp.) وشركـة السياناميـد الامريكيـة (American Cyanmide)

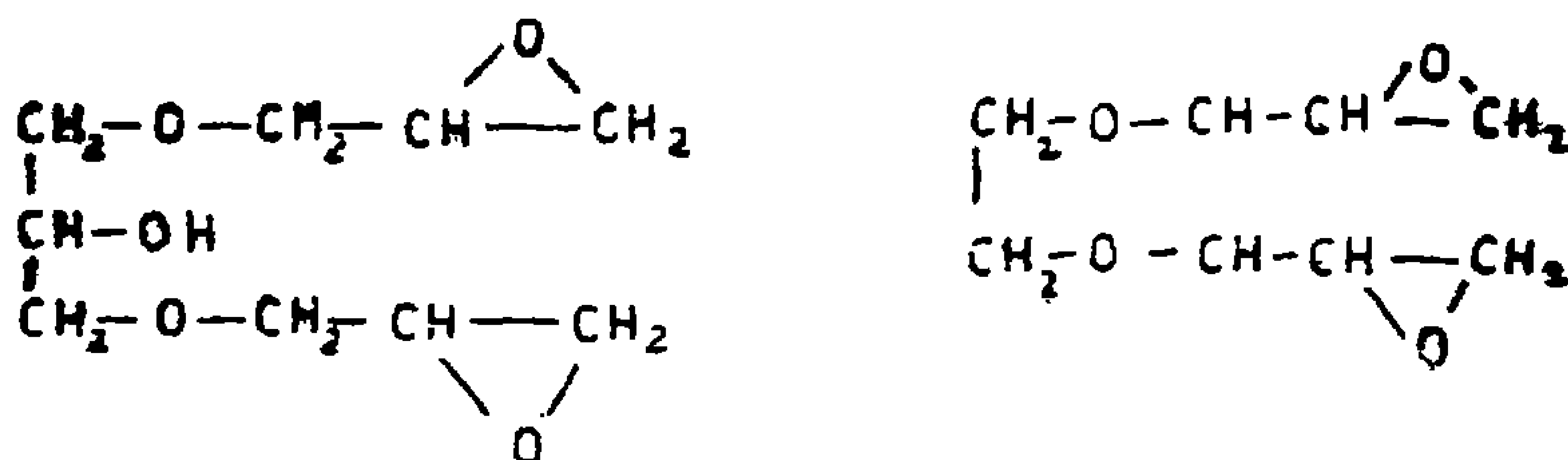
ونظرا لعـدم وجـود مجموعات أميدية فى هذه المركبات فان التجهيز التى تعطيهـا لا يمتص الكلور ·

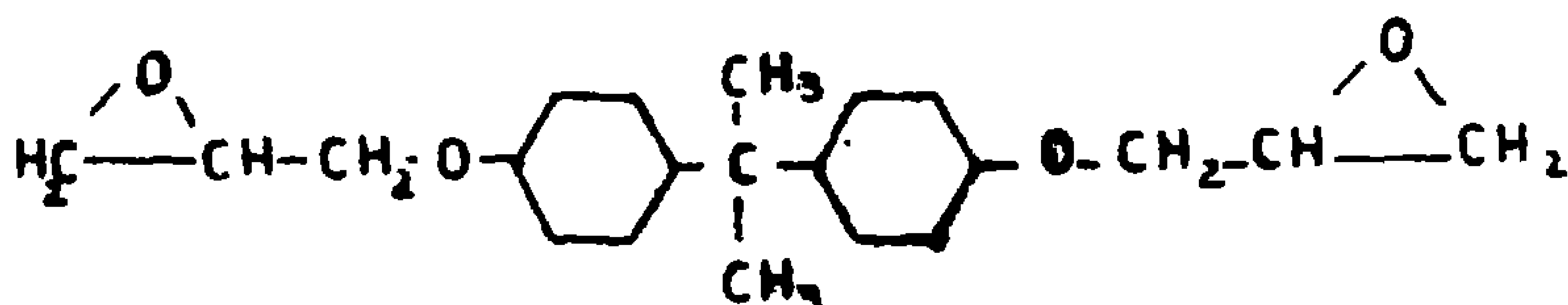
والمجموعة الفعالة فى هذه المركبات هى مجموعة الايبوكسى التى تتكون من حلقة ثلاثيـة ·

وتعطى فى التالى التركيب العـام الممثل لهذه المركبات ٠



ويمكن أن يكون الجزء المرمز له بحرف R أى جزء شمعى أو عطرى أو حلقى متعدد الذرة ولكن يجب لمنع امتصاص الكلور استبعاد المركبات المحتوية على الاميد واليك بعض **أمثله**





وقد جرب عدد كبير من هـذه المـواد (١) أطلق عليها اسـم (Eponite) وأهم ما استخدم منها فى التجهيز ما يعرف بالرقم ١٠٠ (Eponite 100)

ونظرا لان مركبـات الابوكسى أقـل قـدرة على التفـاعل من المركبـات الميثيلولية فانه يتعين استعمال مـادة مساعدة أكثر قوة مثل الفلوبـورات وفوق الكلورات والكبريتـات وقد وجـد أن أصلـح هـذه المـواد المساعدة فلوبورات الزنـك والمغنسيوم والالمنيـوم ٠

وتعطى الابوكسيدات تجهيزا عالى المقاومة على الغسيل ولا يتأثر بالكلور ولكن

---

(1) C.W. SCHROEDER & P.E. CONDO Tex. Rec. J. Feb. 1957-135

درجـة مقاومته للتجعد أقل مما يحصل عليها باستعمال المركبات الميثيلولية ٠

الا أنه يمكن عـلاج هـذه النقطة باسـتبدال جانب يسـير من الراتنـج المذكور باحدى المركبـات الميثيلولية ويلاحظ فـي هـذه الحـالة أن وجود المـادة الايبوكسية يمنع تأثر الاليـاف بامتصاص الكلور (١) ٠

هذا وجرى بالذكر أن مركبات الايبوكسى اضافة الى تكوينها للرباطات بين الجزيئات السليلوزية تكون فى الوقت نفسه مـواد راتنجية داخل الخامة كما فى حالـة الميلامين ويعزى انخفاض تأثيرها على قوة شـد المنسوجات الى تكون هـذا الراتنج الذى يعمل على احتفاظ الالياف بدرجة من الانتفاخ ٠

ولا تستعمل المركبـات البوكسية فى صورة أحادية بل فى صـورة نصف مكثفـة وبحيث لم تزل تذوب فى المـاء وفى هذه الحـالة يتراوح وزنها الجزيئى بين ٤٠٠ ، ٦٠٠ وقد يصل الى ١٠٠٠ فى بعض الاحوال ٠

مركبـات ثنائى فنيـل سـلفون (Divinyl Sulphone)

مجموعة الفنيـل سلفون من المجموعات التى استعملت للربط مع المركبـات المحتوية على مجموعة هيدروكسيل وقد استخدمت هـذه المجموعة لتحضير فصيلة من الصبغات المتفاعلة (الريمازول) وهذه الصبغات تحتوى على مجموعة متفاعلـة واحدة ٠

أما فى التجهيز فيستعمل المركب الثنائى التفاعلى والممثل فى الرمز الكيماوى التـالى :



$$CH_2 = CH—SO_2 —CH = CH_2$$

ويحدث التفاعل فى هذه الحالة بطريقـة الاضافـة بـدلا من الاسـتبدال وعندما جربت هذه المـادة وجدت أنهـا تعطى باستعمال مـادة مساعدة قاعدية تجهيـزا مقاوما للتجعد _ الا أن رائحتهـا النفـاذة والمسيلة للدموع عاقت دون استعمالها

(1) P.D. Gagliardi & F.B. Shipehal Communication to Shell Co

مباشرة ـ وقد أمكن معالجة ذلك جزئيا باضافة بعض المواد الكيماوية مثل الكبريتات او بعض المواد الازوتية (١) ٠

ويحدث التفاعل مع السليلوز بربط السلاسل الجزئية على النحو التالى :



$$Cell-O-CH_2-CH_2-SO_2-CH_2-CH_2-O-Cell$$

وقد توصلت شركة (General Aniline & Film Co.) الى حل مشكلة الرائحة السامة والمسيلة للدموع باستبدال الديفنيل سلفون بمركب ثنائى هيدروكسيل سلفون ٠



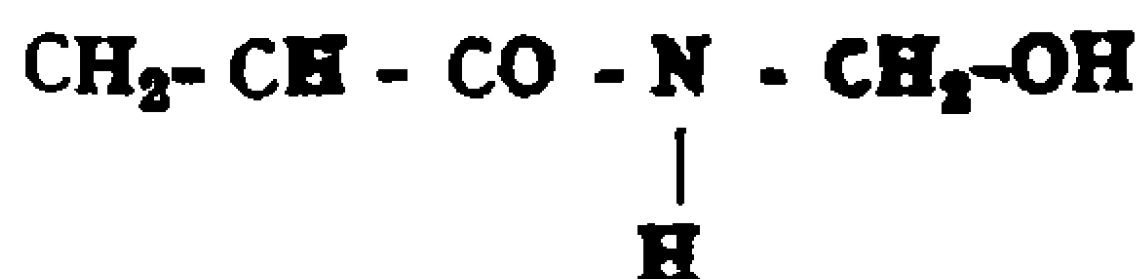
$$OH-CH_2-CH_2-SO_2-CH_2-CH_2-OH$$

الذى يتفاعل مع السليلوز بنفس الطريقة ويحتمل أن هذا المركب يتحول أثناء التثبيت الحرارى الى ثنائى فنيل سلفون بفقد جزئى من الماء وقد أطلق اسم (GANALOK) على هذا المركب ٠

ويعطى التجهيز المذكور بعض الاصفرار للاقمشة ولكن يمكن ازالة هذا الاصفرار بعملية غسيل فى وجود مادة مؤكسدة مثل فوق بورات الصوديوم ٠

الاكريل امين (Acrylamine)

الاكريل أمين من المواد التى أجريت عليها أبحاث كثيرة فى السنوات القليلة الاخيرة وخاصة فى التجهيز الخاص بالثنايا الثابتة (Permanent Press) ويحتوى المركب على مجموعتين متفاعلتين مختلفتين مجموعة المثيلول ومجموعة الفينيل ٠



$$CH_2-CH-CO-\underset{\displaystyle H}{\underset{|}{N}}-CH_2-OH$$

ولما كانت كل مجموعة ذات نشاط مختلف فانه يمكن أن تجهز الاقمشة نصف مثبتة بتحريك نشاط أحد المجموعتين فى المرحلة الاولى ثم التثبيت فى

(1) Tesero, Linden & Sello — Tex. Res. 1961 31 p. 283

المرحلة النهائية أى بعد تفصيل الاقمشة باجراء عملية الكى فى درجة حرارة مرتفعة فى وجو البخار ·

كما أن هذا المركب استعمل لعملية تطعيم السليلوز وتكوين مركبات ذات تكاثف عالى داخل الالياف أما باستعمال أملاح السريك (CERIC SALTS) أو بالتأثير الاشعاعى ·

٣ ـ استعمال المواد غير الراتنجية (Non-Resin Finish)

أطلق التجهيز بدون استعمال الراتنجات على نوع من التجهيز تستعمل فيه مواد ذات تفاعل مزدوج فى وجود وسط قلوى وعلى البارد ·

وأهم المواد المستعملة فى هذا التجهيز هى المركبات المحتوية على ذرتى كلور متتاليتين ·

وملخص الطريقة أن تمر الاقمشة فى محلول المادة ثم فى محلول صودا كاوية ٥٪ وتترك عدة ساعات للتفاعل ثم تغسل الاقمشة وتحايد وتصبن ·

ويطلق على هذه الطريقة اسم (Belfast Finish) وهى مسجلة باسم شركة (Deering-Milleken بالولايات المتحدة ·

وتستخدم فى فرنسا (Shaeffer) مادة

Butane 1,4 Dimethoxy pyridinium chloride

وتعطى هذه الطرق زاوية تجعد عالية على المبلول ولكن زاوية التجعد على الجاف منخفضة وفى العادة تجرى على الغامة معاملة باضافة مادة راتنجية أما قبل المعالجة الرطبة أو بعدها وذلك لزيادة مقاومة التجعد على الجاف ·

وقد جربت عدد من مركبات البريبدينيوم الثنائية (١) وأعطت نتائج جيدة لتحسين خواص التجعد ويجرى التثبيت فى هذه الحالة فى درجة ١٥٠ لمدة ٣ دقائق باستعمال خلات الصوديوم كعامل مساعد ·

---

(1) TESERO Tex. Res. J. 1960 30 192

٣ ـ خاصية مقاومة التجعد وعلاقتها بالتركيب الدقيق لشعيرات القطن

ان الخواص الميكانيكية المختلفة للالياف المستخدمة فى صناعات الغزل والنسج من متانة ومرونة ومطاطية وقدرة على الالتواء ومقاومة التجعد ما هى الا انعكاس للتركيب الدقيق لهذه الاليا ف٠

والمعروف الان من البحوث العديدة التى أجريت على الالياف طبيعية كانت أو صناعية بالطرق الكيمائية والفيزيائية أن جميع الاليــاف تتكون أساسا من جزيئات خيطية عظيمة الطول مرتبة بدرجة كبيرة أو قليلة فى الاتجاه الطولى للاليــاف ٠

المتانة وقوة الشد

ومتانة الاليــاف هى فى المكان الاول مستمدة من هذا التركيب الخيطى للجزيئات المكونة لمادة الالياف وطريقة ترتيب هذه الجزيئات بها والاتصالات الجانبية بينها والاتصال الاساسى بين ذرات الجزيئات (Principle Valency bond) هو أقوى هذه الاتصالات ، وتختلف القوة اللازمة لفصل ذرتين لمركب ما عن بعضهما باختلاف نوع الذرتين فمثلا القوة اللازمة لفصل ذرتى كربون عن بعضهما فى مركب كربونى تبلغ ٦ر٥ × ١٠^-٤ داين ٠

واذا افترضنا وجود مادة خيطية التركيب مكونة من جزيئات مستمرة ومتوازية تماما (حالة تبلر تام) فان القوة اللازمة لاحداث قطع فيها هى محصلة القوى اللازمة لقطع كل جزىء خيطى على حده ٠

فاذا أخذنا السليلوز وهى المادة الاساسية التى تتركب منها شعيرات القطن ، وافترضنا وجود هذه المادة فى صورة تامة التبلر مستمرة فى طول شعرة القطن ، وحسبنا القوة اللازمة للقطع لوجدنا أنها تصل الى ١٨٦٠ كجم للمليمتر المربع أو حوالى ١٢٠ جرام للدنير (Denier) وهذه القوة تصل الى حوالى ستة عشر ضعفا بالنسبة لقوى أقوى الالياف السليلوزية ٠

ولنبحث الان عن « أين تسربت هذه القوة » ؟ ٠

فى الواقع أن التركيب المثالى المذكور ليس له وجود لا فى القطن ولا فى أى نوع من الالياف طبيعية كانت أو صناعية ·

فأولا . الجزيئات السليلوزية نفسها لا تستمر فى طول شعرات القطن ، فطول هذه الجزيئات فى أحسن الاحوال لا يتجاوز أجزاء المليمتر ، وثانيا فان سليلوز القطن لا يوجد كله فى صورة كاملة التبلر بل أن جانبا منه يوجد فى صورة غير متبلرة ومشوشة الاتجاهات تقل فيها درجة التماسك بين الجزيئات وفى هذه الاجزاء فقط كما هو معروف تحدث ظاهرة الامتصاص لمواد التجهيز والصبغات ، وهى فى الوقت نفسه المسئولة على خواص المرونة والمطاطية لالياف القطن كما سنبينه وجرى بالذكر أن البحوث الحديثة قد دلت على أن الجانب الاكبر من النشاط الكيماوى للسليلوز يحدث على سطوح الاجزاء المتبلرة للسليلوز ·

واذا أردنا أن نعطى صورة مبسطة للتركيب المذكور للسليلوز لكى نفهم مكونات القوة فى ألياف القطن ، فخير مثل لذلك الاسمنت المسلح حيث تعطى أسياخ الحديد القوة الاساسية ، وخلطة الاسمنت المادة الضامة القوة الاضافية ، فأسياخ الحديد يمثلها فى السليلوز الاجزاء المتبلرة والخلطة تمثل الاجزاء غير المتبلرة ·

أما القوة الاساسية التى تربط بين الاجزاء غير المتبلرة بعضها البعض وبينها وبين الاجزاء المتبلرة فمنشأها ارتباطات الهيدروجينية أساسا بين مجموعات الهيدروكسيل الحرة فى جزىء السليلوز وكذلك الذرية الاضافية للرباط الاكسيدى الذى يجمع بين الوحدات الجلوكوبيرانوزية (ولنا عود فى هذا الموضوع عند الحديث عن التركيب الدقيق لشعرات القطن) ·

المرونة والاستطالة وخاصية مقاومة التجعد

المرونة كما هو معروف هى خاصية مقاومة تغير الشكل فالجسم المرن هو ذلك الذى يعود الى شكله الاصلى عندما يؤثر عليه مؤثرما مثل الشد أو الضغط أو الالتواء ثم يرفع هذا المؤثر ـ وهذه الخاصة عكس اللدونة فالجسم اللدن يأخذ الشكل الناتج عن هذه المؤثرات بدون أن يعود الى الشكل الاصلى ، ولا يوجد جسم مرن مرونة مطلقة . ومعظم الاجسام تحتوى على كل من المرونة والمطاوعة وهذا أيضا شأن الالياف فهى تتمتع بقسط من المرونة بجانب قسم آخر من

اللدونة ، وتقاس المرونة في الالياف بمقدار الزيادة التى تحدث فى طول الالياف اذا شد بدرجة ما ثم عادت الى الطول الاصلى بعد ابطال الشد أما اذا زاد مقدار الشد عن هذا الحد فان الالياف لا تعود الى الطول الاصلى الا بمقدار الجزء المرن، ويطلق لفظ الاستطالة على نسبة الزيادة المئوية فى الطول قبل حدوث قطع فى الخامة وتتكون هذه الاستطالة أساسا من منطقتين منطقة الامتطاط المرن ومنطقة الاستطالة غير المرنة التى تنتهى بالقطع ٠

وللمرونة أثر كبير فى الخواص الميكانيكية الاخرى مثل قوة الشد وقوة التمزق ومقاومة الاحتكاك وذلك لان جانب من الجهد الواقع على الخامة نتيجة لواحد أو أكثر من هذه المؤثرات يمتص فى عملية تغيير الشكل ، كما أن جانبا آخر يمتصه معامل الانزلاق أو الاستطالة ، وبذلك تستوعب الخامة شغلا أكبر قبل أن تصل الى نقطة القطع ٠

وخاصة مقاومة التجعد هى الاخرى انعكاس لخاصية المرونة التى تعمل على استعادة الشكل الاصلى وبذلك اذا حدث بالخامة تكسير أو كرمشة نتيجة ضغط أو شد فان المرونة الكامنة تعمل على فرد الكسر الموجودة ٠

واذا قارنا القطن بالالياف الحيوانية مثل الصوف والحرير الطبيعى لوجدنا أن القطن أقل هذه الخامات الثلاث مقاومة للتجعد ، وهو أيضا أقلها مرونة ٠

وعلى ضوء الابحاث العديدة التى أجريت لاستجلاء التركيب الدقيق لهذه الالياف أمكن رد هذه الظاهرة الى أن المرونة العالية لكل من الصوف والحرير تنتج من أن جزيئات المادة الاساسية لكل من الصوف والحرير (الكيراتين فى حالة الصوف والفبروين فى حالة الحرير) ، لا توجد فى كل أجزائها فى صورة مستقيمة أو منبسطة بل توجد فى بعض أجزائها منكمشة أو مجعدة ، وأن شد هذين الخامتين ينتج عنه فرد هذه الانثناءات وعند ابطال الشد تعود هذه الاجزاء ثانية للانكماش وبذلك تعود الخامة للطول الاصلى وذلك بسبب التجاذب الشديد الموجود بين المجموعات الكيماوية العالية القطبية مثل مجموعات الاميد ومجموعات الكربونيل ، وعليه فيمكن القول بأن المرونة فى هذه الالياف هى مرونة جزيئية ٠

أما فى حالة القطن فالامر يختلف ، وذلك لان جزيئات السليلوز فى الاجزاء المتبلرة (التى تكون الجانب الاكبر) توجد فى صورة مستقيمة وشديدة الاتصال

بعضها بالبعض ومقدار الامتطاط أو مقدار الاستطالة فى هذه الاجزاء لا يعتد به ٠
وعليه فالمرونة الموجـودة بشعرات القطن يجب أن نبحث عنها فى غير المناطق المتبلـرة والتى تكون الاتصالات بين الجسيمات المتبلرة فى السليلوز وفى التركيب فوق الجزيئى بشعرات القطن ، وهذا مـا يحدونا الى القـاء نظـرة على التركيب الدقيق لشعرات القطن على ضوء الابحاث الحديثة التى أجريت عليها ، ويمكن من الان أن نقول أن مرونـة شعيرات القطن هى فى المكان الاول مرونة تركيبية ٠

تركيب شعرات القطن

تتكون شعيرات القطن من تخصيص بعض خلايا الطبقة الجلدية ببـذرة القطن وتتكون كل شعره من خلية واحدة تأخذ فىالاستطالةالى أنتصل الىطولها النهائى بعد تفتح اللوزة ، وفى أثناء هذا النمو تبدأ ترسيب مـادة السليلوز بهـا طبقة بعد الاخرى ، وتمثل كل طبقـة نمـو يوم للشعرة ويبلغ متوسط عـدد الطبقات الموجـودة حوالى ٢٠ ـ ٢٢ طبقة وتعتمد عدد الطبقات الموجودة فى الشعرة على درجة نموهـا ٠

وعند جفاف الشعرة بعد تفتح اللوزة يحدث بهـا انكماش عرضى ، وتصبح قطاعها العرضى أقل استدارة والغالب فى شكل هذا القطاع العرضى الشكل الكلوى ، وقد وجـد نتيجـة للبحوث بالميكروسكوب الالكترونى على قطاع شعيرات القطن أنه نتيجـة لتكون قطاع الشعرة بالشكل المذكور أن درجة انتفـاخ نشـاط السليلوز يختلف بين منطقة وأخرى فى هذا القطاع لمـا سيأتى ذكره ٠

والقطاع العرضى لشعرة القطن يوضح لنـا أن الشعرة تتكون من ثـلاث أجـزاء رئيسية : (١) الجدار الخارجى أو الاولى (٢) المنطقة المتوسطة (٣) الجدار الثانى أو جسم الشعرة شكل (١٠٤) ٠

الجدار الاولى : وبفحص الجدار الاولى بواسطة المجهر العادى والالكترونى يتضح (١) أنه يتكون من عدد كبير من التويـلات الصغـيرة (Micro Fibrils) توجد فى أوضاع غير مرتبـة أو موجهـة موجودة فى وسط غير متبلـر من مـادة

---

(1) H.H. Dolmetsch & H. Dolmetsch 17th Chemical finishing conference, Washington Oct 1968;

البكتين . ويبلغ قطــر هذه التويلات الصغيرة حوالى ١٠٠ ـ ٤٠٠ انجستروم ٠

الطبقة الوسطى : تكون هذه الطبقة ترسب مرتب للتويــلات وهى تعتبــر كانغلاف للطبقة الثانوية ولكنها تختلف عنها فى وجود التويلات فى أوضاع موازية لبعضها البعض وبزاوية ميــل قدرها ٢٠ ـ ٢٢ درجة بالنسبة لمحور الشعرة عاملة بذلك شكلا حلزونيا ، وقد وجد أن هــذا الحلزون يتغير اتجاهه عــلى أبعاد تكاد تكون محدودة لنوع القطن ٠

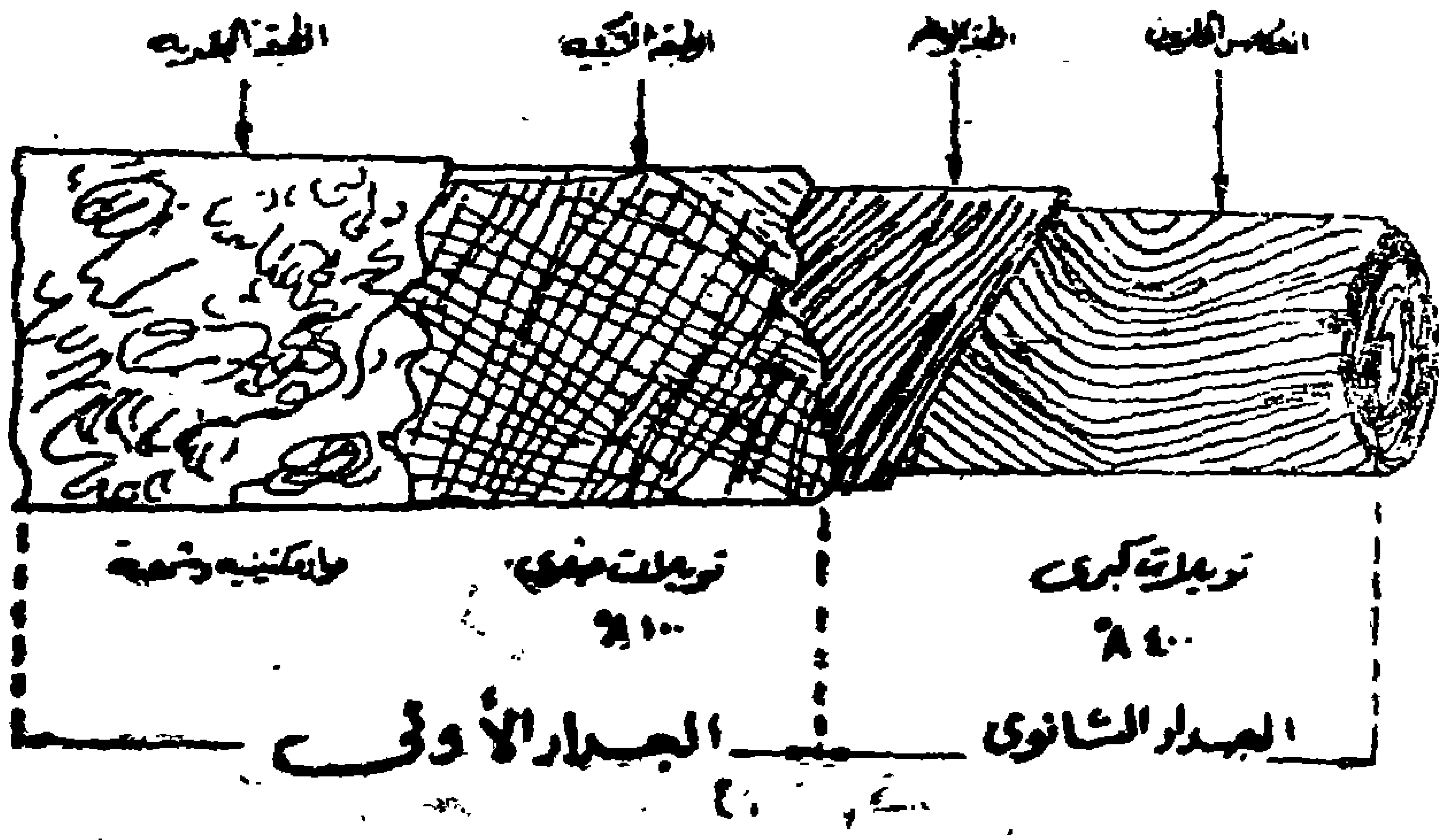
الجــدار الثانوى : هو الجزء الاساسى لشعرة القطن ، وهو الذى يتحكم فى الخواص الميكانيكية والكيماوية لشعرة القطن ، وتتكون كل طبقة من هذه الطبقات أيضا من تويلات فى أوضاع حلزونية كالطبقة الوسطى ولكن متوسط أقطار هذه التويلات أكبر فى هذه الحــال اذ يتراوح بين ٦٠٠ ـ ٣٦٠٠ أنجستروم ، ولكن السمك الغالب لهذه التويلات الكبيرة (Macro Fibrils) هو بــين ١٠٠٠ ـ ١٢٠٠ انجستروم ، وهذه التويلات الكبيرة تتكون من التصاق عــدد من التويــلات الصغــيرة ٠

وتحتوى شعرة القطن فى طولهــا على عدد من الالتواءات التى تتجــه طــورا الى اليمين وطــوراً الى اليسار ، وتختلف عدد هــذه الالتواءات واتجاهها تبعا لنوع القطن ودرجة نمــو الشعيرات ، ولهذه لالتواءات أهمية كبيرة معروفة للغزالــين لانهــا تساهم فى قــوة الاحتكاك بين الشعيرات ومتانة الخيط الناتج وقد وجد أن تغــير اتجــاه الالتواءات فى شعيرات القطن ليس له علاقة بزاوية الحلزون للتركيب التويلى لشعرة القطن ، لانه بينمـا أن التغير فى اتجاه الالتواءات ليس له رابط فان التغيير فى زاوية الحلزون للتركيب التويلى يكاد يكون ثابتا ٠

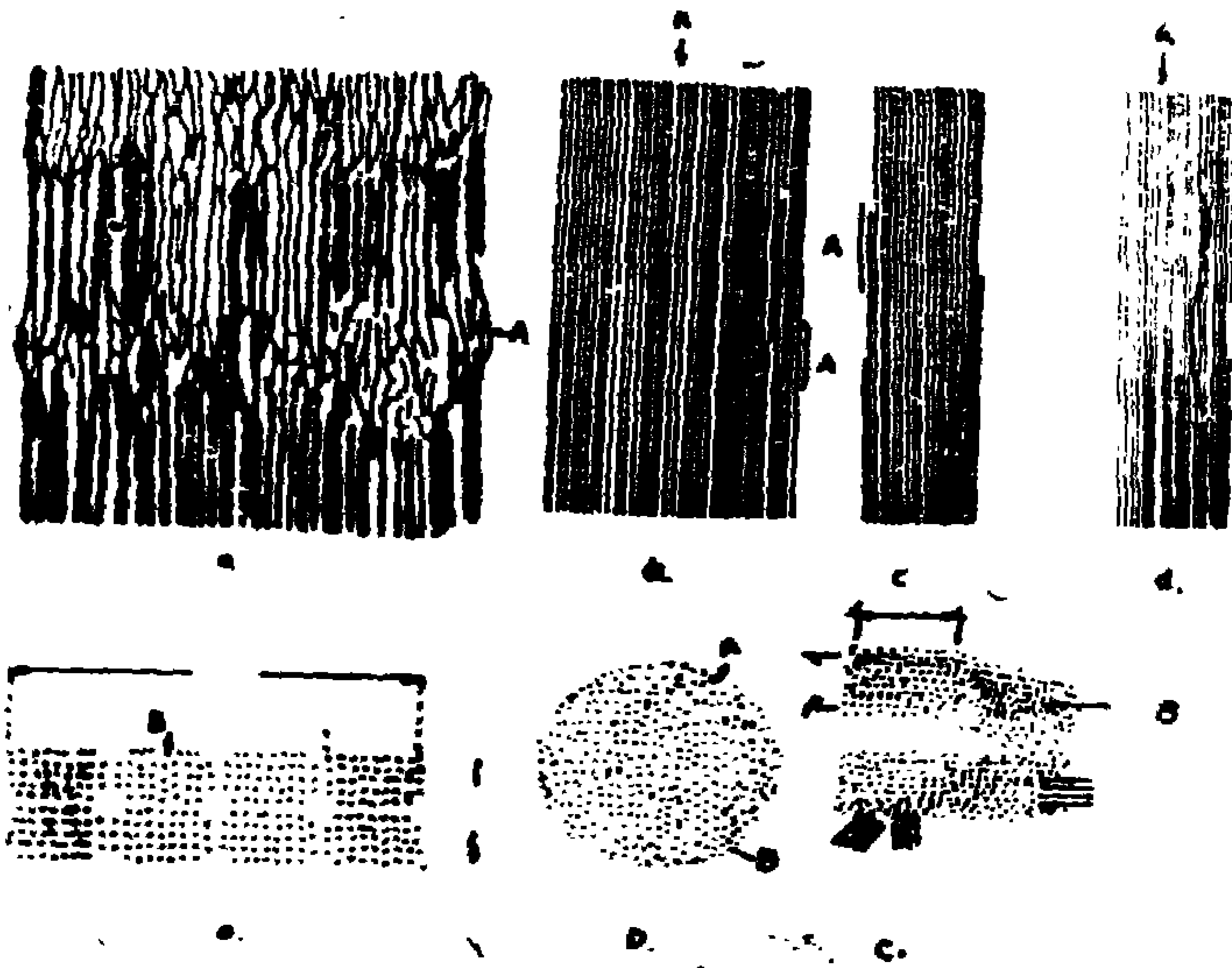
الوحدات البلورية الاساسية فى تركيب مــادة السليلوز

بفضل البحوث الحديثة بواسطة المجهــر الالكترونــى ـ التحليل الضوئــى بالاشعة تحت الحمراء والصور الانحرافية ذات الزاوية الكبيرة والزاوية الصغيرة بواسطة الاشعة السينية وغيرها أمكن سبر غور دراسة مادة السليلوز فى الاليــاف السليلوزية وتحديد أبعاد الوحدات الاساسية التى تكون بنــاء الهيكل السليلوزى وطريقة تكوين هذه الوحدة للوحدات الاكبر وهى التويلات التى تحدثنا عنهــا آنفا٠

أظهرت هذه البحوث أن الوحدة البلورية الاساسية التى أطلق عليها التويلة الاســاسية (Elementary Fibril) يبلغ عرضها فى أى اتجــاه عندما تكون



شكل (١٠٤) رسم تخطيطى لتركيب شعرة القطن



شكل (١٠٥) يوضح تركيب وترتيب التويلات الاولية (B)
والاجـزاء الاقل تبلـر (A)

Hess, Mahl, Gutter (a) Frey Wysslins (b)
Raemby (c) Meyer & Wyk (d)

الالياف فى صورة منتفخة بين ٣٥ و ٤٠ انجستروم ،وعليه فهى تحتوى فى أى اتجاه على ٤ الى ٥ خلية سليلوزية أو ٨ الى ١٠ جزىء سليلوزى (١) (شكل ١٠٥)

أما فى الحالة الجافة فان أبعاد هذه الوحدة تصبح ٥٠ الى ٦٠ أنجستروم أى أنها تحتوى من ٥ الى ٧ خلية سليلوزية ، وعليه فان القطاع العرضى فى هذه الحالة يحتوى على بين ٢٥ ، ٥٠ خلية سليلوزية ٠

أما من حيث طول هذه الوحدات فلم يمكن تحديده بالضبط ولكن وجد أنه يوجد فى طول هذه للتويلات الاولية وعلى أبعاد متوسطة قدرها ٥٠٠ أنجستروم بعض مناطق لا يحترم فيها التركيب البلورى تماما وان كانت الجزيئات بها ما زالت ممتدة من جزء الى آخر ٠ والسليلوز المكون للوحدات كلها من نوع سليلوز (١) ٠

وقد وضح من اجرء عمليات الانتفاخ الزائد أن هذه التويلات الاولية لها قدرة التصاق أعلى فى أحد الاتجاهين (١٠١) أعلى منها فى الاتجاه الثانى (١٠١) ولهذا فان هذه التويلات الاولية تكون شكلا طيفيا أكثر تماسكا فى هذا الاتجاه ، ولكن ليس من الضرورى أن يحدث هذا الالتصاق فى طول التويلة الاولية بل فى بعض أجزائها ، وبذلك يحدث التماسك فى الهيكل التركيبى التالى وهو التويلات الصغيرة ، أما فى الاتجاه الآخر للسطوح فان الاتصال أقل قوة من الاول ولهذا فان عمليات الانتفاخ المتقدمة تحدث انفصال لرقائق أو وريقات مكونة من طبقة واحدة من التويلات الاولية ، ولا شك أن هذه المناطق الفاصلة بين التويلات الاولية هى أكثر المناطق منالا لتغلغل الماء والمواد المختلفة مثل الصبغات ومواد التجهيز ، وفى هذه المنطقة تحدث التفاعلات بين المواد المتفاعلة والسليلوز ، والتى من ضمنها الراتنجات الصناعية التى نحن فى صدد دراستها ٠

ومما سبق يمكننا أن نستنتج بعض النتائج فيما يختص ببعض الخواص الميكانيكية لشعيرات القطن ثم كيفية تأثر هذه الخواص بالتجهيزات المقامة للتجعد٠
فأولا من ناحية مرونة واستطالة القطن يمكننا أن ندخل فى حسابنا العناصر التاليـة :

---

(1) A Deterlin & Ingham, Tes. Res. J. Vol. 70-4, April 70 D-345.

١ ـ الالتواءات الموجودة فى شعيرات القطن ، وهى المسئولة عن أول مراحل الاستطالة . اذ أن هذه الالتواءات تعمل كزمبرك ينفرج بتأثير الشد ويعود الى الوضع الطبيعى بعد ازالة الشد .

٢ ـ التركيب التويلى الحلزونى للطبقات المكونة للجدار الثانى لشعرة القطن . وهو يسمح بالاستطالة نظرا للشكل الزمبركى لهذا التركيب ، ويساهم هذا التركيب بنسبة كبيرة فى مرونة الالياف .

٣ ـ الاتصالات الجانبية بين سطوح التويلات الاولية فى الاتجاهات (١٠١) حيث يمكن أن تتحرك سطوح كاملة للتويلات الاولية بعضها بالنسبة للبعض ولم يزل تتصل بعضها بالبعض عن طريق المنطقة شبه المتبلرة وحيث تلعب الاتصالات الهيدروجينية دورها فى عدم انزلاق التويلات . اذا لم تزد قوة الشد عن حد معين ، أما اذا تعدت قوة الشد هذا الحد فانه يحدث تفكك فى هذه الاتصالات وتبدأ طبقات التويلات فى الانزلاق وتبدأ عملية الاستطالة اللدنة الى أن يحدث القطع بالشعيرات .

تاثير الرطوبة

المعروف أن زيادة نسبة الرطوبة تؤدى الى زيادة استطالة شعرة القطن ويمكننا تفسير هذه الظاهرة بأن الماء يعمل على انتفاخ الشعرات وذلك لتسربه بين التويلات فيدفعها بعضها عن البعض مما يجعلها أقل تماسكا وأكثر سهولة فى الانزلاق ، ولا شك أن الماء فى هذه الحالة يعمل على فصم بعض الاتصالات الهيدروجينية فى الطبقة البينية ، نتيجة لاتحاده مع مجموعات الهيدروكسيل عن طريق هذه الاتصالات الهيدروجينية .

أما فى حالة الجفاف التام فان استطالة الالياف تصل الى أقلها وذلك لتقارب التويلات الاولية بعضها عن البعض وتكوينها لوحدة تكاد تكون مستمرة ومترابطة مما يقلل من فرصة تحرك التويلات بعضها بالنسبة للبعض .

تاثير عملية التحرير أو المرسرة

ان من أهم التأثيرات التى تدخلها عملية مرسرة الخامات القطنية من خيوط وأقمشة اضافة الى اللمعان المعروف ، زيادة قوة الشد وقوة الاستطالة ـ ولا شك

أن هذه التغيرات هى وليدة تغييرات عميقة فى مادة السليلوز نفسها حيث أن الصودا الكاوية فى درجة التركيز المستعملة فى عملية التحرير تحول السليلوز من صورة الى أخرى ، أو من سليلوز ١ الى سليلوز ٢ وذلك بحدوث التفاف فى الجزيئات الخيطية نفسها ، واطلاق بعض المجموعات الهيدروكسيلية كانت محتبسة داخل البلورة السليلوزية فى الطبقة الخارجية وبذلك يزيد النشاط السطحى للتويلات الاولية ، وكما سبق لنا ذكره فان عملية الانتفاخ تؤدى الى ابتعاد طبقة أو طبقتين على الاكثر من الطبقات المكونة للبلورة السليلوزية ، ونتيجة لتنشيط سطوح هذه البلورة فان الجزيئات البينية الموجودة بين هذه البلورات التويلية يزيد نشاطها وتزيد الروابط الهيدروجينية التى تربطها ببعضها وتربطها بالبلورة الاساسية وبذلك ترتفع المتانة وتزيد المرونة النوعية للخامة ، واضافة الى ذلك فان عملية المرسرة تسبب استدارة القطاع العرضى للشعرات وبذلك نزيل جانبا من الاختلاف الموجود بدرجات نشاط السليلوز فى الاماكن المختلفة لهذا القطاع ، ونزيل نقط الضعف الموجودة بالقطن غير المحرر .

تأثير المعالجة بالراتنجات

هناك أكثر من نقطة تحتاج الى ايضاح بخصوص التأثيرات الناتجة عن استعمال الراتنجات لمعالجة القطن لمانعة التجعد يمكن تلخيصها فى التالى :

١ - زيادة مقاومة التجعد .

٢ - انخفاض قوة الشد وقوة التمزق .

٣ - تأثير نوع المعالجة على كل من زاوية التجعد للجاف والرطب .

وتتم زيادة مقاومة التجعد بظاهرتين يحدثان فى نفس الوقت وان كان نسبة حدوثهما تختلف باختلاف الراتنج المستعمل وطريقة المعالجة ، فأولا فى حالة المعالجة الحرارية على الجاف عند استعمال الراتنجات من النوع يوريا فورمالدهيد وميلامين فورمالدهيد تتكون داخل الخامة وفى الاماكن التى بين التويلات مواد راتنجية ذات جزيئات طويلة وأبعاد ثلاثية ويبدأ تكون هذه المركبات أثناء عملية التجفيف وفى الوقت الذى تكون فيه الالياف ما زالت فى صورة منتفخة بعض الشىء ، وفى أثناء عملية التثبيت يتم تكون الراتنج وفى الوقت نفسه تحدث بعض الاتصالات بين الراتنج والجزيئات السليلوزية ، وتعمل هذه المواد على زيادة الترابط

بين التويلات وعدم حدوث انزلاق بها ، وفى الوقت نفسه تعطى هــذه المواد لطبيعتها المرنة زيادة فى مرونة الخامة وتقليل الانزلاق بين التويلات وبذلك تزيد فى قوة مقاومة الخامة للتجعد ٠

أما فى حالة الراتنجات النشطة مثل مركبات المثيلين يوريا الحلقى والبروبيلين ، فان التفاعل الغالب هو ربط السلاسل السليلوزية بعضها بالبعض وعدم سهولة انزلاق التويلات الاولية ، وقد ثبت أن : نسبة التفاعل باحدى المواد المتفاعلة المركب الاحادى لربط السلاسل يتراوح بين ١١ ـ ٢٦٪ من الراتنج الموجود ، أما الجزء ذى التفاعل الاحادى (الذى يتفاعل بمجموعة واحدة) فتصل نسبته بين ١٦ ـ ٤٢٪ ، أما الباقى (٣٢ ـ ٧٢٪) فيتكون من مواد راتنجية متكاثفة ، أما مكونة لرباط بين السلاسل السليلوزية أو ذات تفاعل أحــادى (١) وذلك طبقــا لطريقة المعالجــة ٠

ونرى نتيجة لهذه الارقام أن جانبا لا بأس بــه من المــادة النشطة يتفــاعل تفاعلا أحاديا ورغم صغر الكمية الرابطة فانها تعطى ممانعــة عالية للتجعــد ، والملاحظ أن الراتنجات النشطة أو الرابطة تعطى زاوية تجعد عالية ولكن يقابلها انخفاض أكبر فى قــوة الشــد ويفسر ذلك فى أن قوة الاستطالة تقل كثيرا بسبب ربط التويلات بعضها بالبعض مما يجعل الجهد الاكبر يقع على قوة الشد فتبدو أقل ٠

أما بخصوص زاوية التجعد فقد وجد أنها ترتفع بارتفاع نسبة الراتنــج المثبت ويقابل ذلك انخفاض فى قوة الشــد ٠

وكلما كان هناك ربط بين السلاسل الجزيئية للسليلوز كلما زاد معــدل انخفاض قــوة الشــد بالنسبة لزيادة زاوية التجعد بينما اذا زادت نسبة الراتنج المتكون بالنسبة للتفاعل الرابط فان معدل انخفاض قوة الشد بالنسبة لزيادة قوة التجعــد ٠

وقد أمكن الاستفادة من هذه الظاهرة فى تحسين علاقة قوة الشد بخلط بعض المركبات النشطة بالمركبات المكونة للراتنج كما رأينا فى حالة اضافة المركبــات

---

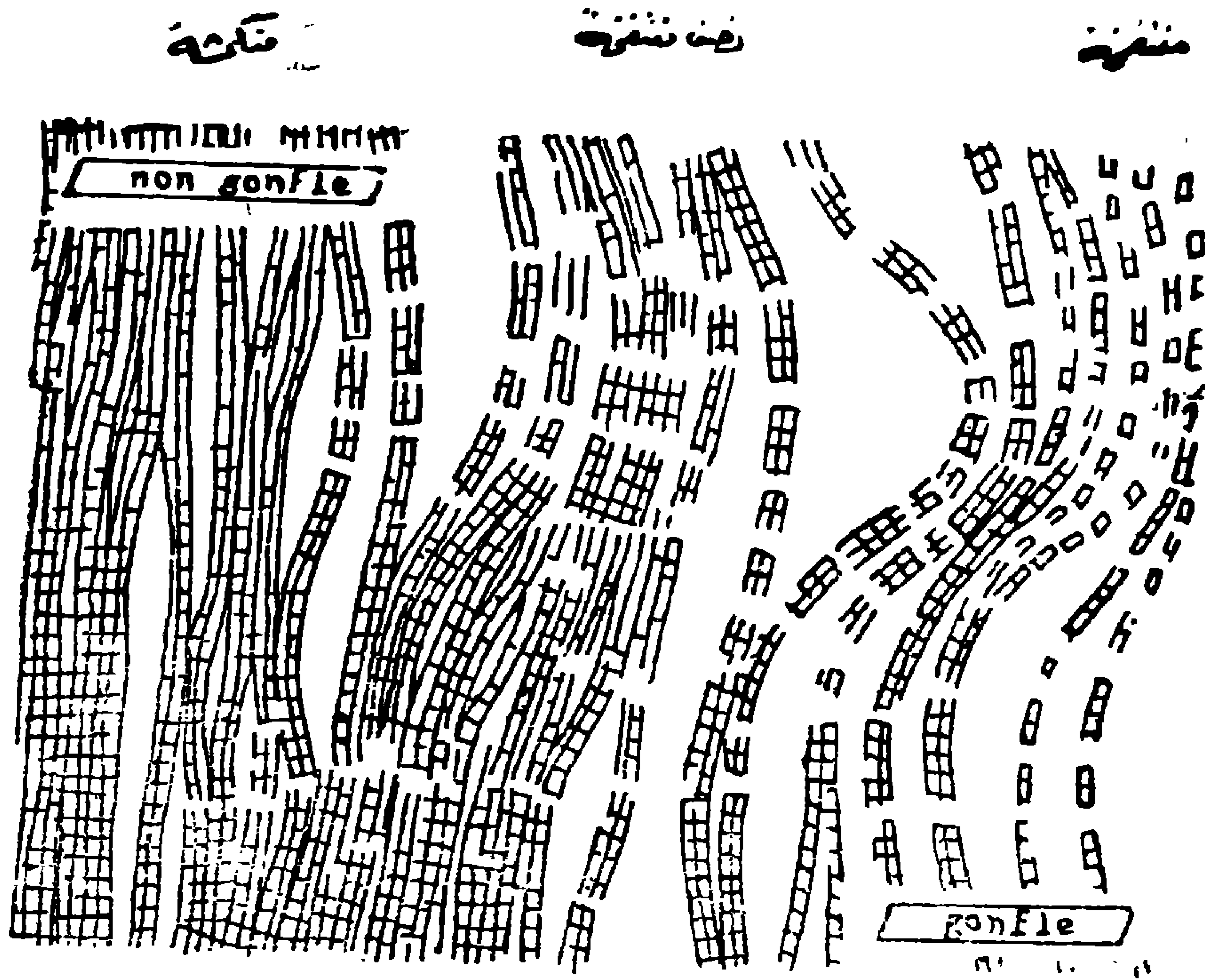
(1) E.J. Roberts, M.A.F. Brannar. & S.P. Powland. Tex. Res. J. 40-3 March 1970 p. 237.

الهيدراتيــة للمركبات النشطة مثل المثيلين يوريا الحلقى أو الميلامــين لهــذه المركبات الاخيرة ، ويعمد الى ذلك على الاخــص فــى حالــة التجهيز للكــى الدائم (Permanent Press)

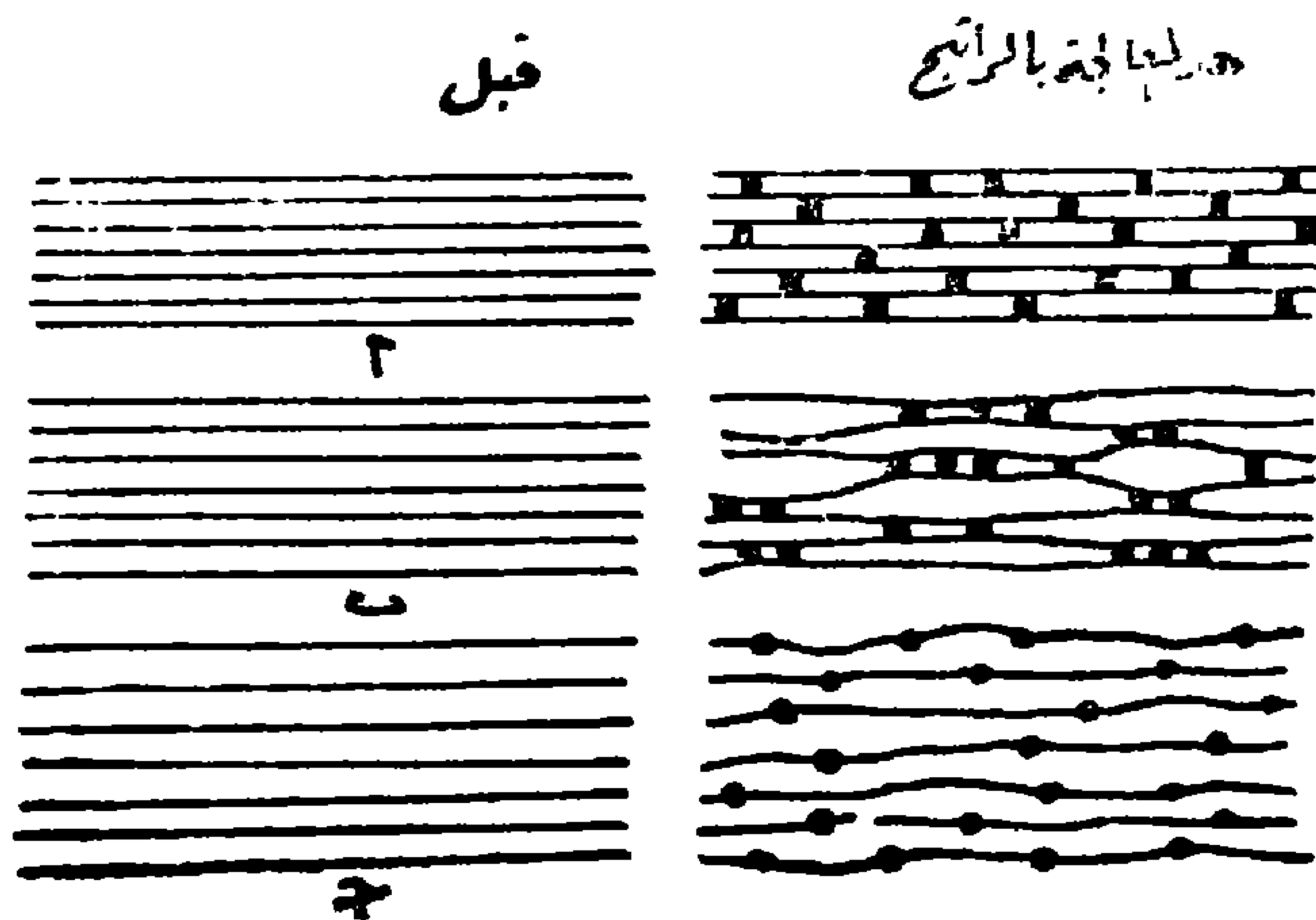
ولننتقل الان للحديث عن المعالجة فى درجة الحرارة العادية ، فى هذه الحالة يحدث التفاعل الرابط على السليلوز وهو فى الحالة المنتفخة أى أن التويلات الاولية تكون متباعدة بعضها عن البعض وتكون الجزيئــات المنفصلة عن ســطوح هــذه الجزيئــات فى حالــة حــرة وليست فى صورة مستقيمة بل فى صــورة مجعــدة بعض الشيء وفى حركــة دائمــة ، فعندما يحدث الربط بينها يحدث ذلك فى أماكن أكثر تباعدا شكل (١٠٧) وينتج عن ذلك تواجد جزيئات متجعدة يمكن أن تشد وتمتط قبل حدوث قطع بها ، وبذلك تزيد مرونة الشعرات وتبعا لذلك تزيد قــوة الشــد ٠

أما بخصوص مقاومة التجعد فكما سبق لنــا ذكره تعطى هذه المعالجة زاوية تجعد عالية على المبلول ولا تكاد تؤثر على زاوية التجعد على الجاف ، ويمكن تفسير ذلك بأن ربط السلاسل الجزئية فى هذه الصورة يجعل من الامكان دخــول المــاء بسهولة بين التويلات الاولية وبفضل الضغط الجذيرى يحدث انتفاخ فى الاليــاف بينما تكون جزيئات السليلوز البينية فى حركة دائمة فتعمل على زيادة مقاومة التجعــد أثناء التجفيف ٠

أما انخفاض زاوية التجعد على الجاف فسبب عدم ارتفاعها ينتج عن أنه فى الحالة الجافة يحدث انكماش فى الخامة وتقترب التويلات من بعضها ويحدث أرتخاء بالجزيئات بين الرباطات الراتنجية وبذلك تقل المقاومة للتجعد لاستجابة الجزيئات لاخذ أوضاع جديدة ٠



شكل (١٠٦) يمثل قطاع عرضى فى التويلات الاولية بالقطن فى حالة الانكماش ، والانتفاخ عن « كازينبيك »



شكل (١٠٧) يمثل درجات الانتفاخ وأثرها فى تفاعل الراتنج مع السليلوز ٠

أ ــ حالة متكمشة ٠
ب ــ حالة نصف منتفخة ٠
جـ ــ حالة انتفاخ تام ٠

٤ ـ التطبيقات العملية للتجهيزات المقاومة للتجعد

تختلف طرق تطبيق الراتنجات الصناعية على الخامات القطنية باختلاف :

١ ـ المركبـات المستعملة ·

٢ ـ نوع وخواص التجهيز المطلوب ·

ويمكننا بوجه عـام التفرقة بين نوعين أساسيين من طرق التطبيق المذكورة ·

(أ) تثبيت الراتنج على الخامة فى درجة حرارة مرتفعة (على الجاف) ·

(ب) التثبيت فى درجة الحرارة العادية (على الرطب) ·

(جـ) التثبيت فى درجة رطوبة محددة ·

(أ) التثبيت فى درجة الحرارة المرتفعة

هذه هى أكثر الطرق استعمالا مع الجانب الاكبر من الراتنجـات المستعملة فى تجهيز الاقمشة لمانعة التجعد وهى فى نفس الوقت أقدم الطرق التى استعملت فى هذا الغرض ·

وأهم ما يميز التجهيز الناتج ارتفاع زاوية مقاومة التجعد على الجاف أمـا زاوية التجعد على المبتل فتقل فى غالب الاحوال بحوالى ١٠ الى ١٥٪ بالنسبة لزاوية التجعد على المبتـل ·

ويستلزم حـدوث التفاعـل لتكون الراتنـج أو لربط المـادة المتفاعلة مع الجزيئات السليلوزية خلق وسطى حامضى أو معطى للبروتونات وتدل البحـوث الحديثة على أن تكون الراتنـج داخل الاليـاف يحدث نتيجـة تكون أســاس حـر Free Radical للاساس الراتنجى ·

العوامـل المساعدة

تختلف العوامل المساعدة المستعملة باختلاف نوع الراتنج المستعمل بين الشدة والضعف حسب القوة التفاعلية للراتنج نفسه ويمكن تقسيم هذه العوامل المساعدة الى ثلاث أقسـام :

١ - الاحمــاض ·
٢ - أمــلاح الامونيــوم ·
٣ - أملاح الامينات الشمعية ·
٣ - أمــلاح المعادن ·

١ - الاحمــاض

لا تستعمل الاحماض المعدنية للمعالجات فى درجــة الحرارة العاليــة وذلك لتاثيرها المباشر على سليلوز القطن وتحويله الى هيدروسليلوز اضافة الى سرعة تكون الراتنج وترسيبه فى محلول الغمر - أمــا الاحماض العضويــة فيستعمل منهــا الاحماض غير الطيارة التى تذكر من بينها حامض الترتريك والاكسليك واللبنيك - وقد استعمل حامض الترتريك فى المبدأ فى انجلترا لهذا الغرض ولكن فى الوقت الحاضر لا تكاد تستعمل هذه الاحماض ·

٢ - أمــلاح الامونيوم

استعملت هذه الاملاح بنسبة كبيرة فى أول الامــر وعلى الاخص مع مثيلول اليوريا والميلامين وأهم هذه الاملاح كلوريد الامونيوم وثانــى أمونيــوم فوسفات وسلفو سيانور النشادر وجميع هذه الاملاح تتحلل بسهولة فى درجة الحرارة العالية معطية حامض الكلوريدريك أو الفورموريك أو السلفو متانيك وأهم استعمال لهذه الاملاح هى مع مركبات اليوريا فورمالدهيد ·

ويتسم استعمال أملاح الامونيوم ببعض العيوب التى أهمها تكون الرائحــة السمكية نتيجة لتفاعل النشادر مع الفورمالدهيد وتكون مركبات مثيل أمينية ويمكن التقليل من تكون هذه الرائحة أثناء تخزين الاقمشة بامرارها بمحلول يوريا اذ أن هذه المــادة الاخيرة تمتص الفورمالدهيد التى تتكون أثناء التخزين ·

ولاملاح الامونيوم عيب آخر وهو تحللها وتميؤها فى محلول الغمر ممــا يؤثر فى درجة التركيز الهيدروجينى للمحلول وبالتبعية التاثير على المادة الراتنجية وسرعة بلمرتها ·

٣ - أمــلاح الامينــات

تمتــاز هــذه الامــلاح أولا بثباتها فى محلول الغمــر وعدم تميؤنها شــأن أســلاح الامونيوم وأهم هذه الاملاح كلوريدرات مثيل أمينوبروبانول (Catalyst AC) واستعمال هــذه الامــلاح يعطى نسبة أقــل بكثير من الرائحــة السمكية ٠

٤ - الامــلاح المعدنيــة

أهــم هــذه الامــلاح كلوريد المغنسيوم وكلوريد ونترات الزنك وفلوبورات الزنك مرتبة حسب فاعليتها ٠

ويستعمل كلوريد المغنسيوم مع مركبات الميلامين فورمالدهيد وذلك لمــا ظهر من أن استعماله يؤدى الى التقليل من امتصاص الراتنج المتكون للكلور والتقليل من درجة الاصفرار التى تسببه هذه المعالجة ٠

ويحتمــل فــى هــذه الحالــة أن الراتنــج يعمــل كمــركب اسـتحوازى (Chelating Agent) مع المغنسيوم فيشمل المجموعات المسئولة عن امتصــاص الكلــور ٠

ولا يستعمل كلوريد المغنسيوم مع اليوريا فورمالدهيد ٠

أما نترات الزنك فتمتاز بأنها أثنــاء عملية التحميض تتحــول الى أكسيد وكربونات وهذه تساعد على تعادل أى أثــر للحامض ويمكن بذلك الاستغناء عن غسيل الاقمشة بعد التجهيز هــذا وكثيرا مــا يستعمل خليط من كلوريد ونترات الزنك لزيادة فاعلية العامل المساعد ٠

واستعمال أمــلاح الزنك يساعد على التقليل من تكون الرائحة السمكية ربما لاتحاد أكسيد الزنك المتكون مع المثيل أمين ٠

وتحتاج مركبات الهيدرازون نظرا لارتفــاع قاعديتهــا الى استعمال عامل مســاعد قوى مثل نترات الزنك (٥ر٧ بالنسبة للراتنج) ٠

وأما المركبات الايبوكسدية نظرا لقلة قدرتهــا على الاتحــاد مع المركبــات

الهيدروكسيلية فان هذه المـواد تحتـاج الى مـواد مساعدة أقوى مثـل فلوبورات الزنـك ٠

هذا وتستعمل بنجاح مـواد مساعدة مخلوطة مثـل سـلفات المغنسيوم مع صوديوم ثنـائى فوسفات ٠

وقد توصل معهـد بحـوث المنسوجات باحمدآباد بالهند (ATIRA) (١) الى نتائج جيـدة باستعمال كلوريد المغنسيوم مـع ملـح نصفـى للاحماض الدهنيـة مثـل الخلات اذ وجد أن هذه الاملاح تكون مع المغنسيوم مركب معقد (كومبلكس) يزيد من نشاط العامل المساعد ويحافظ فى الوقت نفسه على درجـة التركيز الهيدروجينية للمحـلول ٠

ومن أهم ميزات استعمال الاملاح المزدوجـة المذكورة أنـه يمكن أن يحدث تفاعل جزئى للراتنج أثناء التجفيف أعنى والياف القطن لم تزل فى حالة منتفخة ثم تكمل العملية بمعالجة حرارية حيث يتم تفاعل الراتنج وبهذه الطريقة يمكن الحصول على زاوية تجعد عالية لكل من الجاف والرطب ٠

وقد أمكن الاستفادة من هذا التأثـير المزدوج لعمليـة التثبيت فى تجهيز الاقمشـة للكسر الثابتة (Permanent Press) ٠ وذلك لانه بعد تجفيف الاقمشة وحدوث تثبيت جزئى للراتنج وتثبيت أبعادهـا يمكن أن تجـرى عليها عمليـات التفصيل ثم تعرض لعملية الكبس الحرارى لاخذ الشكل النهائى واحداث الكسر (كما فى حالة البنطلونات) فى هذه العملية الاخيرة يحدث التثبيت الكامل للراتنج ٠

ويلاحظ أنه يحتاج فى هذه الحالة الى درجة حرارة أقل مما هو مستعمل مع طرق التجهيز الاخرى وفى هذا استبقاء لجانب أكبر من قوة النسيج ٠

M.R. Ravikrisman M.J. Wadia H.R. Chipalkatti International Symposium for Textile Research PARIS, April 1969.

الاضافـــات

يضاف فى معظم الاحيان الى محلول الغمر لمـادة التجهيز _ اضافة الى العامل المساعد _ بعض مواد أخرى اما للحصول على ملمس أنعم وأطرى أو زيادة وزن الخامـة وامتلائها أو زيادة مقاومتها للاحتكاك عند الاستعمال وزيادة مقاومـة التمزق ويمكن تقسيم هذه المواد الى ثلاث أقسام كالاتى :

١ _ مـواد التطرية والتنعيم :

التجهيز بالراتنجات يعطى دائما ملمســا أكثر خشونة وخاصــة فى حــالة التثبيت فى درجة الحرارة العالية والسبب فى ذلك هو وجود بعض الراتنــج على سطح القماش ثم التصاق الشعرات ببعضها وصعوبة انزلاق بعضها فوق البعض ٠

وقد فكر منذ البدء فى اضافة بعض المـواد المطرية الى محلـول التجهيــز (توتـال) وخاصة عندما لا تجرى عملية غسيل على الاقمشة بعد عملية التجهيز وقد وجد ان اضافة هـذه المـواد المطرية فضلا عن اعطاء النعومة والطراوة فانها تزيد من قدرة الخامـة على الاستطالة وبذلك تزيد فى قـوة تحملها ومقاومتها للاحتكاك والتمزق ٠

والسبب فى ذلك أن هـذه المـواد تعمـل على تزييت أو تشـحيم الاليـاف والتغلب على الخشونة التى يحدثها تكون الراتنج مما يساعد على سهولة انزلاق الخيوط واستيعاب جانب من الجهد الذى يقع على الخامة أثنـاء الاستعمال ٠

وتتبع المـواد المطرية ثلاث فصائل :

١ _ المـواد الانيونيـة ٠

٢ _ المـواد الكتيونيـة ٠

٣ _ المـواد غـير الايونيـة ٠

ولنذكر توا أن المـواد الكاتيونية تعطى تأثيرا ثابتا لا يزول بالغسيل وذلك بسبب اتحادها بالخامة والراتنج اتحادا كيماويا ومن أمثال هذه المـواد المركبات البريدينية مثل (Vilan BF) وهى مـادة تعطى نعومة وفى الوقت نفســه

مقاومة للابتال اذا استعملت بنسبة كبيرة ومنها أيضا مركبات المثيلول ستيراميد (Methylol Stearamide) كما أن بعضها يدخل فى تركيبه الميلامين مثل (Fobotex FT.)

غير أن هذه المركبات الكتيونية لا يستقيم استعمالها مع وجود أى مواد انيونية مثل مواد التبييض الضوئية التى يرسبها وجود هذه المركبات ·

أما المواد الانيونية فان استعمالها لا يعطى تأثير ثابتا على الغسيل ولهذا فقل أن تستعمل فى الغرض المذكور فى الوقت الحاضر ·

وقد انتشر استعمال المواد المطرية غير الايونية فى السنوات الاخيرة لانها تعطى فى الغالب تجهيزا أكثر ثباتا على الغسيل كما أنها فى الوقت نفسه لا تساعد على امتصاص ذرات القذورات والغبار والتصاقها بالاقمشة أثناء الغسيل شأن المواد الكاتونية ·

مستحلبات البلمرات العالية

هذه مواد ذات أوزان جزيئية عالية لا تذوب فى الماء ولكنها تكون معه مستحلبات باضافة بعض مواد الاستحلاب وقليل منها يذوب مباشرة فى الماء مثل الكحول البولى الفنيلى ومن هذه المواد نذكر اسيتات البولى فنيل وهاتين المادتين تضافان عادة لزيادة امتلاء الخامة واعطائها بعض الصلابة ·

ومن أهم هذه المواد وأكثرها استعمالا فى الوقت الحاضر نذكر مستحلب البولى اثيلين (Polyethylene Emulsion) وذلك لانها تعطى ملمسا ناعما للخامة وفى نفس الوقت تزيد من مطاطيتها ومن مقاومتها للاحتكاك والتمزق ·

وقد استعمت المواد ذات الاوزان الكبيرة المذكورة وغيرها فى التجهيز الكيى الدائم (Permanent Press) وذلك لانها جميعها مواد تلين بتأثير الحرارة فتعمل على اعطاء شكل ثابت للخامة ثم لتقليل تأثير المعالجة المذكورة على قوة تحمل الخامة ·

نذكر أيضا من بين هذه المواد المركبات البولى اكريليه التى تستعمل لنفس الاغراض السابقة ومن أمثلة هذه المواد Parapret HVN (BASF) الا أن معظم

هذه المركبات تساعد على امتصاص القاذورات من حمـــام الغسيل (١) ٠

مركبــات السليكون

اصبحت مركبات السليكون (٢) من أهم المــواد التى تضـــاف الى مركبـــات التجهيز ضد التجعد وذلك لمـــا تعطيه من نعومة عالية للخامة ثم زيادة قـــوة ممانعتها للتجعـــد ٠ كما أنها اذا استعملت بكمية أكبر (١٪) أعطت ممانعـــة للبلل اضافة الى ممانعـــة التجعد وتستعمل لتثبيت هذه المركبات على الخامـــة أمـــلاح الزنـــك كعامل مساعد ٠

وقد لوحظ أن اضافة الســليكون لمحلول التجهيز يقلل بعض الشىء من قوة شـــد الخامات المجهزة الا أنه يقابل ذلك زيادة تصل الى ٥٠٪ لقوة مقاومة التمزق ٠

(ب) التجهيز بالطريقة الرطبـــة

تجرى تثبيت الراتنج على الخامة فى هذه الحالة عندما تكون الاليـــاف فى صورة منتفخة ــ ويوجد طريقتان مختلفتان للتجهيز فى هذه الحالة :

(أ) التجهيز بالتفاعل فى وسط حامضى ٠

(ب) التجهيز بالتفاعل فى وسط قلوى ٠

(أ) التجهيز فى وسط حامضى

يستعمل فى هذه الحالة المواد المثيلولية النتروجينية مع استعمال كمية كبيرة من الحامض لاحداث التفاعل فى درجة حرارة منخفضة وقد سجلت شركة براد فورد الطريقة المعروفة باســم (Prystene Process) وتجرى الطريقة بغمر الاقمشة فـــى محلـــول يحتـــوى على ٢٠٠ ــ ٣٠٠ جـــرام من الراتنـــج المتفاعـــل مثـــل :

(1) Madaras Dyes Rep. 1958 47-299 & 609

(2) Simpson J.S.D.C. 1958 74-813

Fixapret PCL او Fixapret CPN وحامض كلوريدريك (١٠ نورمال) و ١٥ جرام كلوريد النشادر وبعض الاضافات ٠

وتمر الاقمشــة فى هــذا المحلول على الفولار ثم تعصر بنسبة ٧٠ ـ ٨٠٪ ثم تلف على مطاوى وتغلف بغلاف من البلاستيك لعدم حدوث تبخر وتترك لتلف ببطىء لمــدة ١٠ ـ ١٦ ســاعة وبعد ذلك تغسل الاقمشــة ويحايد الحامض الموجود بهــا وتصبن ٠

وتعطى هــذه المعالجة زاوية تجعــد عاليــة على المبلول مع تقليل نسبة الفقد فى قوة الخامة أما زاوية التجعد على الجاف فمنخفضة وتستعمل الطرق المذكورة خاصــة للتجهيز الذى لا يحتاج الى مكواه وخاصة فى الاغراض غير الملبسية ٠

(ب) التجهيز فى وسط قلوى

تستعمل فــى هــذه الحــالة المواد الكلورية والمركبات السلفونية التى سبق الحديث عنهــا ٠

وتجرى الطريقة بغمر الاقمشة فى محلول يحتوى على ١٥٪ صودا كاويــة تقريبا وبعد الغمر تعصر الاقمشة ثم يعاد مرورها فى الفولار فى احدى المادتين ثنائى كلوربروباتول أو الابيكلورهيدرين وبعد الغمــر والعصر تلف الاقمشة على ملفــات بدون حدوث كسر وتغطى بالبلاستيك وتترك تلف ببطىء لمــدة ٨ ـ ١٠ ساعة فى درجة الحرارة العادية وبعد ذلك تغسل الاقمشة جيدا وتحايد بحامض خليك ثم تشطف وتجفف وبعد ذلك تمــر الاقمشــة فى حمام يحتوى على مــواد تطرية وتنعيم (أنظر أعلاه) ٠

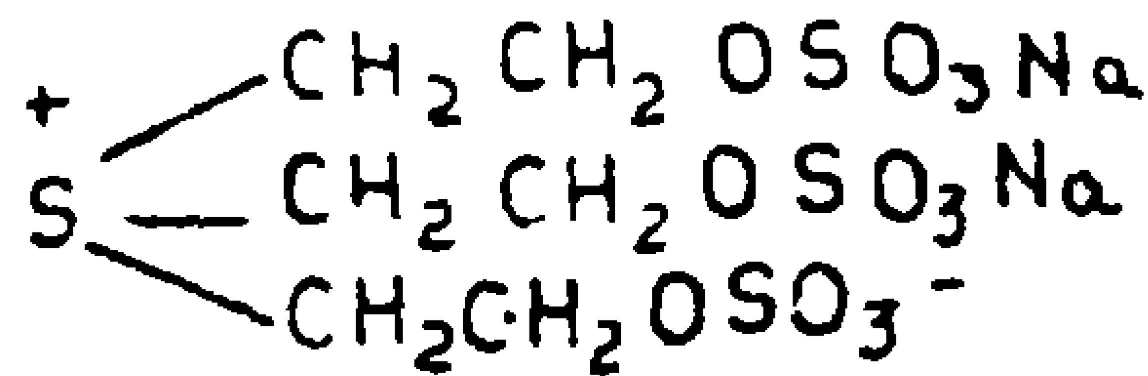
وتعطى هذه الطريقة كالسابقة زاوية تجعد عالية على المبلول كما أنها تحتفظ بجانب كبير من قوتها ٠

أمــا زاوية التجعد على الجاف فمنخفضة ولكن يمكن رفع هذه الزاوية باجراء معالجــة بالراتنجات المثيلولية بالطريقة العادية أما قبل أو بعد المعالجة الرطبة ٠

ويطلق على الطريقة المزدوجة :



أما المركبات السلفونية مثل : Fixapret S (BASF) والذى يمثل فى الرمز ·



فيستعمل بغمر الاقمشة أولا فى محلول صودا كاوية ١٠٪ فى درجة حرارة ٢٠ وذلك لمدة ٢٠ - ٣٠ ثانية ثم يمر فى المركب السلفونى ويحدث التفاعل فى هذا الحال فى بضع ثوانى وبعدها يغسل القماش فى ماكينة غسيل على المفرود باستعمال محلول سلفيد وكربونات صودا فى أول حمام ثم يشطف فى ثانى حمام ثم يعالج فى ثالث حوض بمحلول هيبوكلوريت يحتوى على ٥ر١ جرام كلور فعال ثم غسيل فى حمام يحتوى على بيسلفيت لمعادلة الكلور ثم يشطف بالماء ·

والغالب أن تجرى هذه المعالجة على أقمشة سبق معالجتها بالراتنجات بالطريقة العادية ·

(ج) التثبيت فى درجة رطوبة محددة

هذه طريقة حديثة لمعالجة الاقمشة القطنية وهى فى درجة رطوبة من ٤٪ - ٨٪ وهو تحوير بين الطريقة العادية والطريقة الرطبة - ويحدث التفاعل فى هذه الحالة مع السليلوز وهو فى حالة نصف منتفخة وبذلك يمكن الحصول فى الوقت نفسه على زاوية تجعد مناسبة لكل من الجاف والمبتل مع درجة فقد لقوة الشد غير مرتفعة ·

ويجب اجراء التفاعل فى وجود كمية كبيرة من الحامض للحصول على درجة أس هيدروجينى (PH) فى حدود ٧ر١ - ٩ر١ وذلك باستعمال حامض الكلوريدريك أو الكبريتيك أو Condosol F (BASF)

ويستخدم في هذه الحالة أحد المركبات الميثلولية المقاومة للحامض مثل البروبيلين يوريا Fixapret PH أو الكريمات وذلك بنسبة ٢٠٠ الى ٣٠٠ جرام في اللتر مع الاضافات الاخرى ٠

وتمر الخامة بالمحلول وتعصر بنسبة ٨٠٪ ثم تجفف في درجة حرارة ١١٠ - ١٢٠ م بحيث يتبقى بها ٥ - ٧٪ رطوبة وبعد ذلك تلف الاقمشة على مطاوى وتغطى بالبلاستيك وتترك متتفاعل مدة ٢٠ - ٢٤ ساعة وبعد ذلك تغسل الخامة ثم تعادل من الحامض وتغسل بمادة غسيل صناعية مع كربونات صوديوم ويمكن تحسين خواص أداء الاقمشة المجهرة بامرارها في حمام يحتوى على مستحلب البولى اثيلين مثل ٣٠ - ٥٠ جرام "Perapret PE 40" (BASF) ومركب سليكونى ومع الاقمشة البيضاء يمكن أن يضاف مادة تبييض ضوئية وبعد ذلك تجفف الخامة٠

محاولات التقليل من خفض قوة الخامات نتيجة المعالجة بالراتنجات

ذكرنا فى أكثر من موضع كيف أن قوة شد المنسوجات المعالجة بالراتنجات وكذلك قوة تحملها للتمزق ومقاومتها للاحتكاك تتأثر بدرجة كبيرة أو صغيرة تبعا لكمية الراتنج أو المواد الرابطة المتحدة بالسليلوز وتبعا لطريقة تطبيق هذه المواد (الطريقة الجافة أو الطريقة الرطبة) ٠

ولما كانت متطلبات التجهيزات الحديثة للقطن تقتضى زيادة مضطردة فى مقاومة التجعد كما هو المستعمل حاليا فى تجهيز المنسوجات للحصول على منتجات لا تحتاج الى الكى ثم التجهيز للكى الثابت وما يستدعى ذلك من زيادة كبيرة فى نسبة الراتنج المستعمل فان نسبة الخفض فى قوة الشد وقوة التمزق زادت بنسبة كبيرة تصل الى ٥٠٪ من قوة الشد وأكثر من ذلك بالنسبة لقوة التمزق وهذا ما دعى الى بذل مجهودات كبيرة للحد من خفض نسبة الضعف الذى تعانيه الخامة المعالجة ٠

وكان بديهى أن يعمل كحل سريع لهذه المشكلة أن يجرى خلط لالياف القطن ببعض الالياف الصناعية التخليقية مثل البولى اميد أو البولى أستر وقد انتشرت هذه الطريقة على أساس واسع فى السنوات الماضية حيث لاقت المنسوجات المخلوطة نجاحا كبيرا وعلى الاخص فى الاقمشة التى لا تحتاج الى مكواه مثل أقمشة القمصان والبدل ٠

ومن جهة أخرى ننوه باتساع نطاق صناعة الملبوسات بطريقة التريكو (شغل السنارة) وتتميز منتجات هذه الصناعة بقلة القابلية للتجعد بالنسبة للمنسوجات القطنية العادية مما تجعلها أكثر صلاحية لصناعة الاقمشة التى لا تحتاج الى استعمال المكواه وقد انتشرت أخيرا صناعة القمصان والملابس الغارجية للسيدات والرجال من أقمشة شغل السنارة أما من القطن الخالص أو المخلوط بنسب مختلفة من الالياف التركيبية وعلى الاخص البولى أستر والبولى أميد وننوه بالنجاح الكبير التى لاقتها طريقة شغل السنارة المعادة (Re-Knit) التى تصبغ على الاقمشة درجة أعلى من الامتلاء والجمال ٠

الا أنه فى حالة استعمال خامة القطن وحدها كان لابد أن يعمد الى طرق أخرى لتجنب الانهيار الكبير فى قوة الاقمشة ٠ وقد ساعد على ذلك تفهم الدور الذى تلعبه المواد الراتنجية والمواد الرابطة فى عملية التجهيز على ضوء البحوث التى أجريت على التركيب الدقيق لشعيرات القطن والسابق الحديث عنه وقد أمكن بالفعل التوصل الى نتاج ايجابية بطرق متباينة لا يتسع المجال الان لشرحها وسنشر اليها اشارة عابرة ونلخصها فى التالى :

١ ـ المعالجة بالمواد الراتنجية والرابطة للخامة وهى فى حالة انتفاخ ويجرى ذلك كما سبق لنا شرحه آنفا اما باستعمال المواد الرابطة مثل الايبيكلوريدين أو الفنيل سلفون فى وجود مادة قلوية أو المعالجة بالراتنجات العادية فى وجود حامض قوى واجراء التثبيت للراتنج فى درجة حرارة عادية ٠

٢ ـ اجراء المعالجة للمواد الراتنجية وغيرها فى الصورة الغازية باستعمال المركب الاسامى ثم التاثير عليه فى جو من الفورمالدهيد ٠

٣ ـ استعمال المذيبات العضوية لوسط التفاعل (١) (Shirley Institute)

٤ ـ غرس بعض المركبات ذات التكاثف العالى فى جزئى السليلوز (Grafting) مثل مركبات الفنيل والاكريل والاكريل أميد وغيرها وذلك ليجعل الالياف فى حالة منتفخة قبل المعالجة بالمواد الراتنجية والرابطة (٢) ويجرى تكون المركب العالى التكاثف فى هذه الحالة اما بالطريق الكيماوى أو بواسطة الأشعاع (أشعة بيتا) ٠

---

(1) D.M. Jones, R.N Robenson J.S.D.C. 1965 18-108
(2) W.K Walch & H.A. Rutherford, Tex. Rec. J. 1967 37-89

٥ ـ تثبيت الراتنج فى المرحلة الاولى (فى حالـة تجهيز Permanent Press) بواسطة التبخـير ·

٦ ـ اعطاء الراتنج للخامة موضعيا (١) وذلك اما بطريقة الرش أو على لسطح بطريقة التغطية السطحية (طريقة السكينة) أو يحدث التفاعل فى هذه الحال فى أماكن من الخامة دون الاخرى وبذلك تحتفظ بجانب كبـير من قوة الشـد والتحمل ·

٧ ـ حصر التفاعل داخـل محـور الشعيرات Core-Crosslinking

٨ ـ المعالجة الميكانيكية للخامة قبـل التجهيـز Micro Stretch وذلك بمرور الاقمشة أولا بين اسطوانات مضلعة ثم شـدها شـدا كبـيرا وذلك لتوزيع الشـد على خيوط اللحمة توزيعا منتظما (٢) ·

(1) F.B. Shippee & D.O. Gaglier 14th Cotton Finishing Conferance of National Cotton council of America Washington, Sept. 1965.

(2) Brit. Pat 11 40.030 — Raduner & Co.
A. Lauchenauer, H.H. Baver P. Metzner, G. Tomn, J.B. Zuricher Seventeenth Chemical Finishing conference Washington Oct. 1968.

الفصــــل الرابــــع

التجهيز ضـد الابتـلال بالمـاء

معالجة الاقمشة القطنية لمقاومة نفاذ المـاء عملية قديمة ، فقد استخدمت منذ القرن الرابع عشر ، وكان يستخدم فى ذلك احدى الزيوت التى كان أهمها فى ذلك الوقت زيت بذر الكتان · واستمر الحال هكذا حتى بداية القرن التاسع عشر عندما استعمل صابون الالومنيوم لهذا الغرض وفـى نهايـة القـرن تقريبا بدأت الشركات العالمية الاهتمام بهـذا المجـال وظهرت العديد من المركبات الهامة التى استخدمت بنجاح فى الاستعمالات المختلفة ·

ومفهوم مقاومة الخامة ضد الابتلال للمـاء(Water Resistance) هو مفهـوم عام انما هناك فى الواقع نوعين من التجهيز همـا :

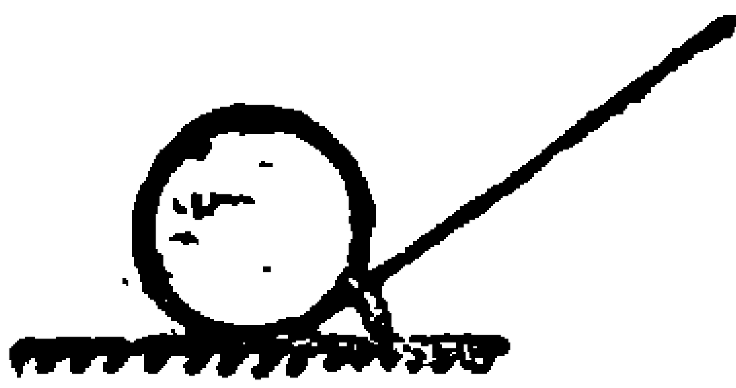
أ - مقاومة سطح الخامة ضد نفاذ المـاء(Water — Proofing)وذلك عن طريق تكوين طبقة أو جدار يمنع مـرور المـاء خلال الخامة ·

ب - مقاومة سطح الخامة عن طريق طرد المـاء (Water-repellent) أى مقاومة انتشار المـاء عليها مع احتفاظ الخامة بمسامها التى تسمح بمرور الهواء وبخـار المـاء ·

والاسطح الغير قابلة لامتصاص المـاء أو المقاومة له لا تسمح بانتشار قطرات المـاء على سطحه على هيئة فيلم متصل كالشكل (١٠٨) وانما تظل قطرات المـاء على شكل كرة مكونة بذلك زاويـة تماس مع السطح الصلب يطلق عليهـا زاوية التمـاس


انتشار تـام


انتشار متوسـط


مقاومـة للنفـاذ

شـكل (١٠٨)

هذه الزاوية تكون كبيرة عندما يكون القماش مجهرا ضد الابتلال وتقل بالتدريج حتى تصل الى الصفر اذا ابتل القماش تماما ٠ وعندما يكون القماش مجهز جيدا لطرد الماء فان قطرات الماء تكون على شكل كرات صغيرة تتحرك على سطحه بسرعة مثل قطرات الزئبق ٠

ويمكن تقسيم العمليات المتبعة فى هذا الشأن تبعا الى ذلك الى نوعين :

أولا : العمليات التى تتسبب فى تغطية الخامات بطبقة من مادة طاردة للماء تغطيـة محكمة لتصبح بعدها الخامة مانعة لنفاذ الهواء أو بخار الماء٠ والتجهيز بهذه الطريقة له تأثير غير صحى للملابس المعالجة اذ أنها تمنع عملية التهوية كليا وتؤدى الى منع خروج بخار الماء المتكون نتيجة العرق من النفاذ خلالها والمواد المستعملة فى هذه الطريقة هى :

١ ـ الزيوت الثقيلة والخفيفة بأنواعها ٠
٢ ـ السليلوز ومشتقاته ٠
٣ ـ المطاط ٠

ثانيا : تغطية الخامة بالمواد المختلفة التى تشمل المركبات التالية :

١ ـ أملاح الالومنيوم والزركون ومستحلباتها ٠
٢ ـ المواد الطاردة للماء التى تتفاعل كيمائيا مع السليلوز ٠
٣ ـ المركبات العضوية التى تحتوى على الكروم والالومنيوم ٠
٤ ـ السليكونات ٠

أولا ـ المجموعة الاولى

١ ـ الزيوت الثقيلة والخفيفة بانواعها

تغطى الاقمشة الثقيلة بطبقة سميكة من القار والشموع مع الاسفلت كما تضاف اليها فى بعض الاحيان مواد ملونة وذلك لاكسابها خاصية مقاومة نفاذ الماء عند استعمالها فى أحوال خاصة كأغطية العربات أو السقوف أو البضائع

أثناء شحنها الى غير ذلك وتسبب هــذه المعاملة زيادة فى وزن الخامة قد تصل الى ٣٠٪ أو أكثر · وتستعمل هذه المواد فى المعالجة اما فى مذيبات عضوية ، وأهمها مذيب النفثــا (Naphta) ، أو تستعمل مباشرة ·

ويستعاض أحيانا عن طائفة الزيوت الثقيلة المذكورة بزيت بذرة الكتان المغلى الا أنه يتشقق عند الجفاف على سطح الخامــة وخاصة اذا كان قد سبق غليه لفتــرة طويلة · لذلك فانه يخلط بقليل من الزيت الغــير مغــلى ويمــر القماش فى هذا المخلوط عند درجة ٢٥ ــ ٣٠ْم وبسرعة بطيئة ليخرج من ماكينة العصر الى أبراج مسخنة عند ٧٠ ــ ٩٥ْم ذات ارتفاع كبير ويعاد تجفيفه مــرة أخــرى بوضعه على ألواح مسخنة عند درجة ٣٠ ــ ٤٠ْم وتكرر هذه العملية من ٤ ــ ٥ مرات · والمعالجــة بهــذه الطريقة تكسب الخامة مظهرا جميــلا نصف شفاف · كما تستخدم مستحلبات شمع البرافين مثــل مــادة Persistol E لشركة (BASF) المحتوية على سيركونيوم فى تجهيز طــرد المــاء ·

٢ ــ مشتقات السليلوز

تستخدم بعض مشتقات السليلوز لترسيب طبقــة سليلوز عن طريق مــرور القماش فى محلول أكسيد النحاس النشادرى تؤدى الى نتائج لا بأس بها من ناحية المناعــة ضــد نفــاذ المــاء ·

٣ ــ التغطيــة بالمطــاط

استخدم المطاط الطبيعى منذ حوالى القــرن الثامن عشر فى أمريكا الجنوبية لتغطية أسطح الاقمشة لمعالجتها ضد نفاذ المــاء ، وبعد ذلك بحوالى مائة عام أمكن استخدام هذه الطريقة على المستوى التجارى ·

والطريقة المتبعة هو استعمال المطاط الطبيعى (اللاتكس) اما قبل أو بعد تكاثفه فى تجهيز الخامات · ففى الطريقة الاولى وهى الاكثر شيوعا يخلط اللاتكس ببعض المثخنات والمواد الملونة وكذلك يضاف الكبريت (لاكساب المطاط قوة تحمل كبيرة ويطلق على ذلك اســم (Volcanization) ومــواد أخــرى مساعــدة على التكاثف · كما يوجد طرق أخرى يستعمل فيها اللاتكس بعد معالجته بالكبريت أولا ·

ويعالج القماش بطريقة الغمر ثـم العصر (١٠٠٪) ويجفف ثـم يغسل بعدهـا بالمـاء ويعاد تجفيفه · والقماش المعالج بهذه الطريقة يحتوى على حوالى ٤٪ من المطاط ويستطيع مقاومة اختراق قطرات المـاء لعدة ساعات ·

ولنجاح هذه العملية فان طبقة المطـاط يجب أن تلتصق جيدا بسطح الخامة نظرا لعدم قدرتها على اختراقها لكبر حجـم جزيئاتها وهذا يستلزم معالجة الخامة أولا جيـدا لكى تكون خاليـة تماما من جميع مـواد التجهيز الاخرى ·

ويستعمل المطاط الطبيعى من ناحية أخرى عن طريق اذابته فى مذيب عضوى مناسب مثـل مذيب النفتـا أو البنزين وذلك بتقطيعه قطعا صغيرة وتقليبها فى اناء حديدى مناسب مع المذيب لفترة كافيـة تنتقل بعدها الى ماكينة أخرى ذات سكاكين متحركة لتتم عملية الاذابـة · وقد يضـاف بعد ذلك الى المحلـول مـادة الكبريت ، وفى هذه الحالة فمن المستحسن أن تعـالج الخامة أولا بمحلول ٥٪ كربونات الصوديوم لحفظها أثنـاء تفاعل المطـاط مع الكبريت ، وتتـم عملية التغطية باحدى الطرق العادية ·

ثانيـا ـ المجموعـة الثانيـة

١ ـ مستحلبات أمـلاح الالومنيوم والزركونيوم ، والكروم

استخدم مخلوط الشموع وأملاح الالومنيوم لمعالجة الاقمشـة لطـرد المـاء ويستخدم فى ذلك أمـلاح أسيتات أو فورمات الالومنيوم مع شمع البرافين ويضاف الى الخليط مـواد ناشرة وبعض الغـراء أو مواد الرغوى وحامض فورميك ·

ويحضر المحلول عن طريق اذابة راتنج مع هيدروكسيد الصوديوم ويسخن حتى درجة ٦٠ ـ ٧٠ °م ويضاف مصهور الشمع ويقلب سويا · فى نفس الوقت يذاب أكسيد الالومنيوم فى ٨٥٪ من حامض الفورميك وكمية كافيـة من المـاء ليعطى محلولا يحتوى على ١٥٪ من أكسيد الالومنيوم ثم يضاف مستحلب الشمع الى محلول الالومنيوم ليعطى مستحلبا متجانسا · وتستعمل هذه المحاليل عن طريق الغمر والعصر ثم التجفيف ·

والمعالجة بهذه الطريقة غير ثابتة للغسيل المستمر والتنظيف الجاف بجانب أن طرد الماء بهذه الطريقة ضعيف • لذلك فقد قل استخدام هذه الطريقة وحل محلها مستحلبات الزركونيوم الاكثر كفاءة •

ولقد بدء استخدام أول مركب من هذا النوع عام ١٩٣٠ فى ألمانيا وكان يتكون من مخلوط الزركونيوم والشمع قبل الاستخدام مباشرة وبالرغم من الملمس الجيد الذى تضيفه على الخامة الا أن ثابتها للغسيل المتكرر كانت ضعيفة ومناعة منخفضة لعمليات التنظيف الجاف •

وقد تم تطوير هذه الطريقة بانتاج مركبات حديثة تحتوى على ملح الزركونيوم والشمع فى مزيج واحد يحتوى على مواد مثبتة للحصول على معالجة ثابتة • وقد استخدمت هذه المركبات لتجهيز العديد من الالياف وذلك بطريقة الغمر أو الاستنفاذ وأن كان يفضل طريقة الغمر • وتحتاج الاقمشة للتحميض عند اضافة بعض الراتنجات مثل اليوريا فورمالدهيد التى تتكاثف بالحرارة • وبالرغم من الكفاءة العالية لمقاومة انتشار الماء الا أن درجة ثباتها لعمليات التنظيف الجاف منخفضة •

وتتضمن هذه المركبات النوعين الآتيين :

كرافنت	Gravenette 7
أمبرجنول	Impregnole 7

كما أمكن تحضير مستحلبات تحتوى على أملاح الكروم مثل ستيارات الكروم التى تجعل الاقمشة طاردة للماء • وفى عام ١٩٦٠ انتجت شركة باير (Bayer) مستحلبات ذات شحنة موجبة وهى عبارة عن مخلوط من شمع البرافين وشمع المونتان وتكون هذه المادة على هيئة مستحلب باستخدام مواد ذات نشاط سطحى كاتيونى ويستخدم فى تجهيز الاقمشة القطنية عن طريق الغمر فى حمام واحد •

كما أنتجت شركة دى بونت (Du Pont) مركب بديل لمادة ستيارات الكروم وأسمته مركب الالومنيوم ١٠١ وذلك لان ملح الكروم يعطى لونا أخضرا على الاقمشة وهو يتكون بالمشاركة بين الالومنيوم وحامض الميرستيك (Myristic acid)

وتبـاع فى كحـول الايزوبروبيل (٣٪) مع ميثانول (حوالى ٢٪) مع قليل من حامض الفوريك وتجهيز الاقمشـة يغمرها فى هذا المحلول عند درجة الحرارة العـادية ويجفف ·

٢ ـ المركبات التى تتفاعل كيميائيا مع القطن

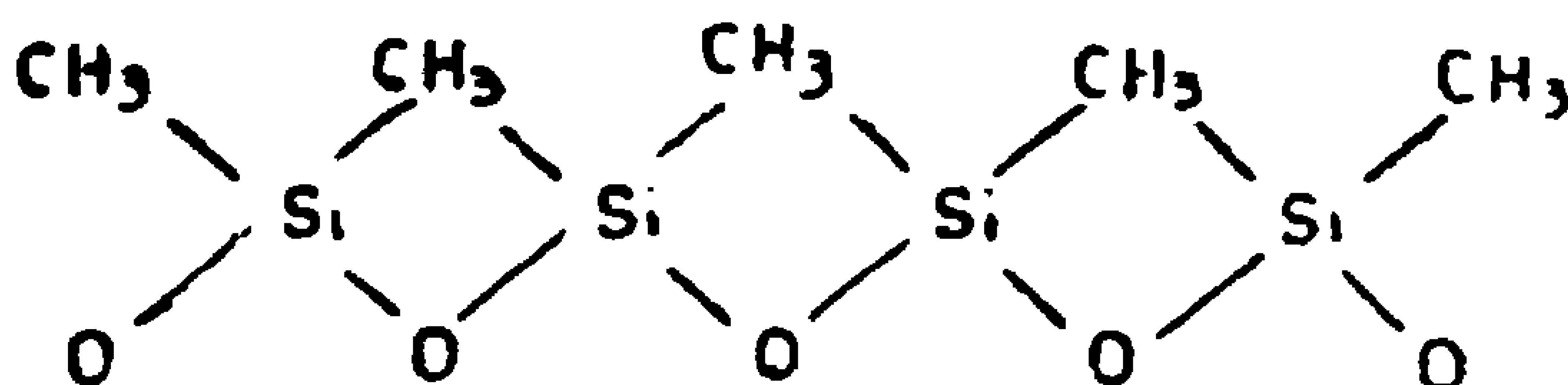
بدأت الابحاث المكثفة لانتـاج مركبات تتفاعل كيميائيا مع السليلوز للحصول على تجهيز ثابت يقاوم عمليات الغسيل المستمرة ولقد أمكن الحصول على مركبات تعتمد فى تفاعلاتها مع السليلوز على أسترة وأثيرة مجموعـات الهيدروكسيل فى السليلوز · ومن أمثلة هذه المركبات مـادة فيـلان ب ف (Velan PF) لشركـة I.C.I وهو عبارة عن مسحوق أبيض مائـل الى الصفرة وهو يذوب جزئيـا فى المـاء عند ٣٥ ـ ٤٠ºم ويتفاعل مع السليلوز ·

وتتم هـذه المعالجـة بامرار القماش فى هذا المحلول حتى يتشبع ويجفف عند درجة حرارة منخفضة ثم يسخن بعد ذلك عند حوالى ١٢٠ºم لـمدة تتراوح بـين ٥ ـ ٦ دقائق ليتم التكاثف ثم تلى ذلك عملية تبييض لازالة المـواد المتخلفة عن التفاعل ثم تجفف عند درجة حرارة مرتفعـة ·

السليكونات

تعتبر السليكونات من المـواد الطاردة للمـاء وليست من المـواد التى تمنع نفـاذه ، فلا تكون السليكونات سطحا رقيقا على سطح القماش ،فالفراغات الدقيقة وخيوط النسيج لا تملأ بالبلمـر ولكن تغطى بحيث تسمح للقماش أن يتنفس عن طريق مـرور الهـواء وبخـار المـاء ·

وخاصية طـرد السليكونات للمـاء تنشـا نتيجـة لترتيب سلاسل المركب بحيث يكون الاكسجين فى اتجاه القماش بينما مجموعات الميثيل بعيدة عن سطحه كما فى الشكل :



ويمكن الحصول على هذا التوجيه بطـرق مختلفة مثـل معالجة الخامـة أولا بأملاح الزركونيـوم وتليهـا المعالجـة بمـادة السليكون وبالتـالى تنجذب ذرات الاكسجين ناحية سطح القماش كما سبق ٠

ولقد انتجت شركة (I.C.I)مستحلب السليكون (Silicon Emulsion M478) وهو يحتوى على ٦٠٪ سليكون لاستخدامها كمادة طـاردة للمـاء فى الاقمشة السليلوزية والمخلوطة ويضاف لحلول التجهيز راتنجات أخرى لاكساب الاقمشـة خواص ضد التجعـد ٠ والاقمشـة المجهـزة بهذه المـادة لهـا درجـة مقاومة عاليـة للغسيل ٠

ويُستخدم هـذا المركب ليعطى ٢٪ سليكون على الاقمشـة ثم يجفف وتحمص عند درجـة حرارة ١٥٠ْم ولمـدة ٣ _ ٥ دقائق ٠ كما يمكن الحصول على مقاومة افضـل عنـد ترك القماش عـدة أيـام بعد تجهيـزها ٠ ويوجـد أيضا مـادة (BASF) Peristol SIN التى تعطى نفس التأثير ٠

ومن أحدث المنتجات لطـرد المـاء هى التى لا تعتمد على سلاسل الأحماض الهيدروكربونية ولكن عن طريق تكوين بلمرات السليكون وهـذه لا تحتوى على مجموعات اذابة ولكن تحتاج الى عملية استحلاب قبل الاستعمال ويفضل استخدامها مع مكثفات الامين مع الفورمالدهيد على القطن التى تقلل من الانتفاخ عند الابتلال وبالتالى تحسن من قوة تحمله بجانب أنها تحسن الملمس ، ولكن ما لم تتم هـذه العملية بعناية فائقة فانه يخشى من متاعب مرتبطة بظهور رائحـة السمك من التفاعلات الاجنبيـة ٠

الفصل الخامس

تجهيز الاقمشة القطنية ضد الحريق

تعتبر الاقمشةالسليلوزية من أكثر الخامات النسيجية قابلية للاشتعال وقد نتج عن ذلك اندلاع كثير من الحرائق فى دور السينما والمسارح والسيرك بجانب سرعة انتقال الحرائق من مكان لآخر عن طريق الشرر المتطاير من هذه الخامة · ويرجع ذلك الى اختلاف هذه الخامة عن بقية الخامات النسجية الاخرى عند الاشتعال · فالقطن يشتعل عند درجة حرارة ٤٠٠ م ـ وهذه الدرجة تعتبر أقل درجة حرارة اشتعال بالنسبة للالياف النسجية ، فهى بالنسبة للصوف ٩٠٠م وللنايلون ٥٣٠م وللاكريلك ٥٢٥م بجانب أنه عند اشتعال شريط من نسيج القطن في وضع عمودى من أسفل الى أعلى فانه يتحلل وينتج عن ذلك مواد احتراق متطايرة تشتعل هى الاخرى أثناء امتداد النار من أسفل الى أعلى وبالتالى فانها تولد حرارة تؤدى الى زيادة الاشتعال ، وعند انطفاء اللهب فى المنسوج فانه يتخلف عن ذلك بقايا كربونية تستمر فى الاشتعال بعد انطفاء اللهب وتظل تتوهج مما قد يؤدى الى انتشار اللهب مرة أخرى وهذا ما يحدث كثيرا بعد اطفاء الحرائق وبالتالى فان الخطورة عند معالجة الاقمشة ضد الاحتراق ليست فى منع حدوث اللهب ولكن بالتأكد من عدم توهج البقايا الكربونية التى تنتج من الاحتراق ·

ولقد بدأ التفكير فى معالجة الاقمشة القطنية ضد الاحتراق منذ أمد طويل وما زال هناك بعض الطرق التى ما زالت تستخدم حتى الان نذكر منها طريقة استخدمت عام ١٧٣٥ م وهى عبارة عن خليط من الشب وكبريتات الحديد وفوسفات البوركس وطريقة أخرى اكتشفها أوبرهام فرسمان (Opperheim Versmann) عام ١٨٥٩ م وذلك بترسيب أكسيد التصدير على المنسوجات وقد تلى ذلك العديد من المحاولات ولكن التقدم الحقيقى فى هذا المجال بدأ حديثا وكان يستهدف الاغراض الاتية :

١ ـ اعطاء مناعة ضد الاحتراق والتوهج للاقمشة السليلوزية · ١

٢ ـ ايجاد المواد المناسبة التى تستخدم بتركيز معقول حتى لا تؤثر على ملمس الخامة ولا تؤثر فى زيادة وزنها ·

٣ _ ايجاد المركبات المناسبة التى لا تؤثر على متانة الخامة وكذلك سهولة خلطها مع مواد التجهيز الاخرى ·

٤ _ أن يكون لها ثبات معقول ضد تأثير الماء والماء المالح والصابون وكذا ضد المذيبات المستعملة فى التنظيف ·

٥ _ عدم تكوين طبقة تمنع سرور الهواء وبخار الماء ·

٦ _ أن لا يكون لها أى تأثير فسيولوجى ضار بالجلد للمستهلك عند استعمالها أو العامل عند تحضيرها ·

المواد المستخدمة للتجهيز ضد الاحتراق

يمكن تقسيم هذه المواد الى الانواع الآتية :

١ _ مواد ذات درجة انصهار منخفضة وتكون رغوة عازلة للحريق على سطح الالياف المكونة للنسيج وبذلك تمنعه من الاشتعال ·

٢ _ مواد تولد أحماض بالتسخين وهذه تعوق عملية الاشتعال مثل كبريتات الالومنيوم _ كلوريك الزنك _ أرثوفسفات الصوديوم الاحادية _ سلفامات الالومنيوم _ حامض الارثوفوسفوريك أحادى وثنائى أرثوفوسفات الالومنيوم _ حامض السلفاميك _ كذلك حامض البوريك وحامض الفوسفوريك وأملاحها الحامضية ·

٣ _ الاحلال التبادلى لكبريتات الالومنيوم وستانات الصوديوم(Sodium Stanates) لتكوين أكسيد القصديريك داخل الالياف _ وان كانت هذه الطريقة تسبب تلف المنسوجات عند تعرضها للضوء كما أن التجهيز بها غير ثابت ·

٤ _ ترسيب الاكاسيد الغير ذائبة على الخامة مثل أكاسيد التيتانيوم _ الانتيمون والزركونيوم ·

وفيما يلى سوف نستعرض بعض الطرق المستخدمة صناعيا للتجهيز ضد الاحتراق :

١ـ طريقة ايرفون (Erifon)

وفيها يغمر القماش فى محاليل من أملاح الانتيمون مثل أوكس كلوريد الانتيمون مع أكسى كلوريد التيتانيوم ثم تجفف ويغمر مرة أخرى فى محلول كربونات الصوديوم لترسيب الاكاسيد المعدنية فى الالياف أو باستخدام محلول مذيب عضوى لمادة كلوريد التيتانيل (Titanyl Chloride) مع ثلاثى كلوريد الانتيمون يسبقها معالجة بمحلول كربونات الصوديوم ·

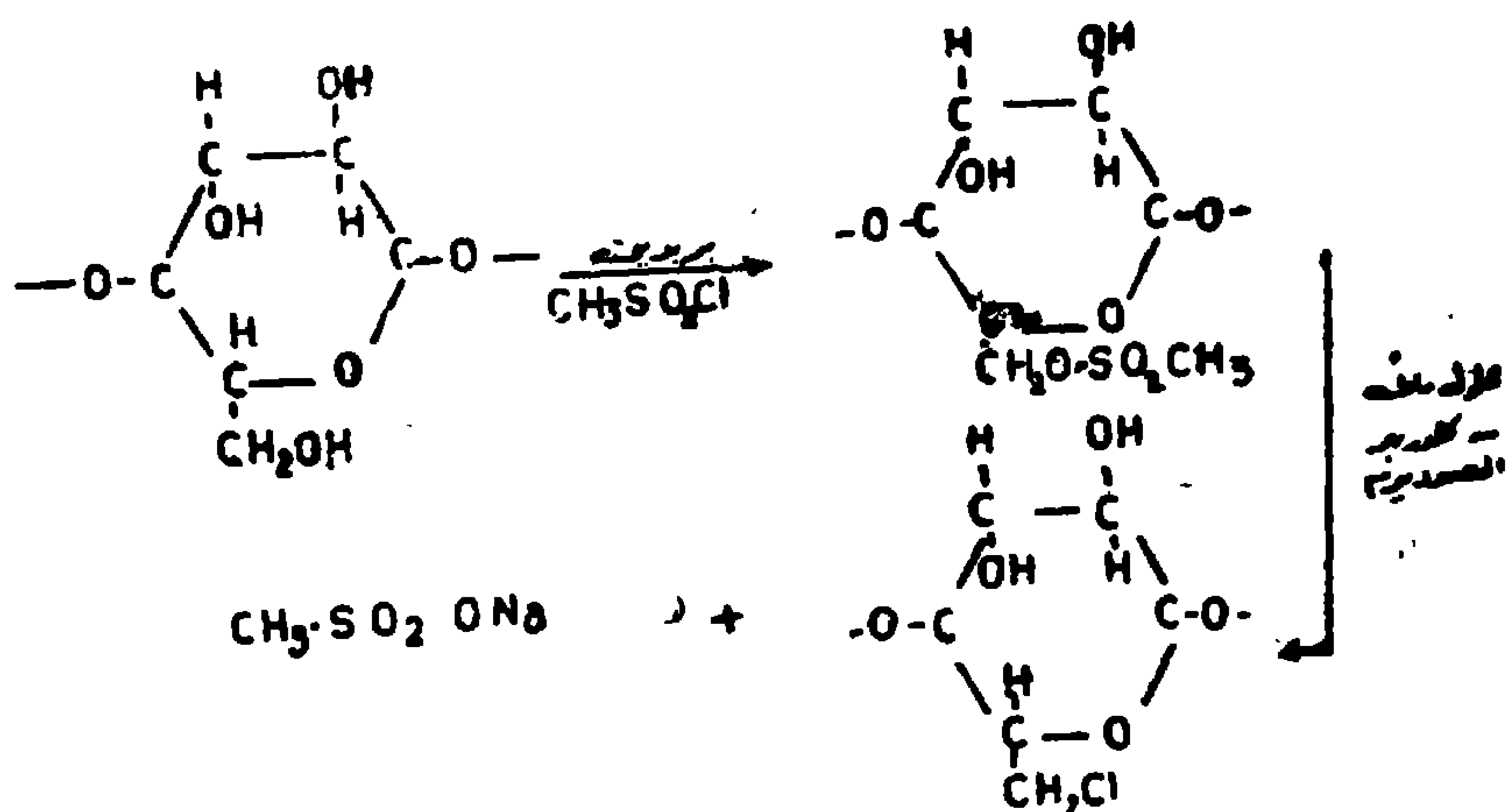
كما توجد طريقة التيتانوكس (Titanox) وفيها تستخدم محلول مائى يحتوى على كلوريد وخلات التيانيوم وثلاثى كلوريد الانتيمون مع حامض الغليك بعد العصر والتجفيف يعالج بمحلول من كربونات الصوديوم مع ميتاسليكات الصوديوم المتميئة وتغسل جيدا وتجفف ·

٢ ـ طريقة الاسترة للسليلوز (Esterification)

لوحظ أن القطن المحورله درجة اشتعال متوسطة ولكنه يقاوم عودة التوهج ، وهذا يعتمد على درجة استرة الخامة القطنية ، وعند معالجة القطن المحوربالهالوجينات فانه يكتسب مقاومة كبيرة للاشتعال ولكن مقاومته لعودة التوهج يكون ضعيفا · ولقد استخدمت هذه الفكرة لمعالجة الاقمشة ضد الحريق وذلك عن طريق أسترة السليلوز ·

وتتم عملية الاسترة بمعالجة الاقمشة ضد الحريق وذلك عن طريق أسترة السليلوز ·

وتتم عملية الاسترة بمعالجة المنسوجات القطنية بمادة البريدين مع مادة Methane Sulphonyl Chloride أو مادة p-toluene sulphonyl Chloride (حيث يتكون 6-methyl cellulose) يعالج بعدها بمحلول مائى يحتوى على ملح من الاملاح الهالوجينية مثل كلوريد الصوديوم ـ بروميد الصوديوم أو فلوريد الصوديوم كما فى المعادلات الاتية :



كما يمكن اتمـام هـذه العملية فى مرحلة واحدة وذلك باستخدام محلول بريدينى مكون من المواد

Methane sulphonyl chloride and diethyl chlorophosphate

على المنسوجات القطنيـة المتنفخـة عنـد درجـة ٩٠م لمـدة دقائق والقطن الناتج له مقاومة جيدة ضد الاشتعال وكذلك ضد عودة التوهـج ·

طريقـة بانكروفت (Ban-Croft)

فى هذه الطريقة تغمـر الاقمشـة فى محلـول ٥٠٪ يوريـا ، ١٨ر٤٪ حامض فوسفوريك ـ يعصر ويجفف عند حوالى ١٥٠م لمـدة ٣٠ ثانية ثم يثبت عند درجـة ١٧٥م لمدة دقيقتين · تحت هذه الظروف تحـدث عمليـة الاسـترة للسليلوز مع حامض الفوسفوريك بينما تكون الالياف محاطة بواسطة خليط من مصهـور اليوريـا وحامض الفوسفوريك ·

وهـذا المنتج لـه درجـة تحمل محدودة للغسيل فى وسط قلوى ولكن يمكن تحسين درجـة التحمل باضافة الفورمالدهيد الى المركب لتكوين راتنج من الامين والفورمالدهيد وهذا هو المعتقد أنه أساس طريقة البانكروفت ·

ومـن أهـم المركبـات لمقاومـة الاحتـراق هـو مـا يسمى THPC

Tetra chlcrohydroxy methyl phosphonium chloride $(HOCH_2)_4\ P\ Cl_4$

وعند استعمال هـذا المركب على القطن مع ترايميثيل أمين (Trimethyl amine)

أو ترايميثيلول امين ويوريا (trimethyl amine and urea) فانــه يحدث مقاومة جيــدة للاشتعال ولهــا درجــات ثبــات عاليــة للغسيل كما أن القماش المعالــج له مقاومة للتجعــد والعفن ٠

وهنــاك أيضا طريقة البيروست (Pyroset) (American Cyanamide) وتعتمد على اتحــاد الراتنجات مع مركبات الفوسفور ، حيث أن المركب الاساسى هــو المــادة Amino triazine pyrophosphate وهنــاك مركبــات مختلفــة اخــرى فى هــذا المجــال منها Triaziridinyl phosphine Oxide (APO) عندما تستخدم مــع THPO عند ترجــة حرارة ١٠٠ م فانها تكون مادة راتنجية يصعب ازالتها من القماش ولهــا درجات ثبات مرتفع للغسيل بجانب أن القماش المعالج يكون له درجة مقاومة للانكماش أعلى من التى يكسبها عند معالجته بالطريقة التقليدية بتكاثف الامين مع الفورمالدهيد ٠

ومن المــواد التجارية المستعملة لمقاومــة الحريق مــادة Akaustan A (BASF) وهى عبارة عن خليط من أمــلاح امونيوم غير عضوية ومركبات نيتروجين عضوية ٠

الفصل السادس

تجهيز الاقمشة القطنية ضد الكائنات الدقيقة

تعتبر الالياف السليلوزية مرتعا خصبا لتكاثر البكتريا والعفن خاصة اذا توفرت لها الاحوال الجوية من درجة الحرارة والرطوبة والاس الهيدروجيني المناسب ويساعد في ذلك الوسط الذى تستخدم فيه هذه المنسوجات مثل أقمشة الخيام والشراع وسائر الاقمشة القطنية أثناء نقلها عن طريق البحر من مكان آخر ، كذلك بالنسبة للاقمشة المجهزة بطبقة من النشا والغراء أو القماش الغير مجهز (الخام) في زيادة تأثير البكتريا والفطريات · كما أن الملبوسات التى تتراكم عليها الاتربة ومكونات العرق ودهن الجلد تساعد أيضا على نمو الكائنات الدقيقة ·

والجدول الاتى يبين بعض أنواع البكتريا والفطريات التى تصيب القطن وهى :

انواع البكتريا او الاكينوميسيات	انواع الفطر
Bacillin	Rhizopus
Aerobacteria	Mucor
Flavobacteria	Hormodendron

وتتواجد هذه الكائنات على الالياف الطبيعية فيحتوى القطن مثلا من ١٠ الى ٥٠ مليون وحدة بكتيرية وعلى حوالى ½ مليون من جراثيم الفطر فى الجرام الواحد ويتضاعف هذا العدد تبعا لظروف التخزين ، كما ان هذه الكائنات الدقيقة تقوم بفرز أنزيمات تهاجم الالياف وتقلل من متانتها ·

وهذه التأثيرات الضارة بالالياف يمكن التغلب عليها بمراعاة ظروف التخزين في جو غير رطب مع تعرضه للتهوية المستمرة والشمس وفى الحالات التى يصعب فيها ذلك تعالج بمواد ضد البكتريا والعفن وهو موضوع هذا الجزء ·

ومهاجمة الكائنــات الحيــة الدقيقة للقطن تسير فى اتجــاه تدريجى من خارج الشعيرة الى داخلها ووجود أى حاجــز غــير سليلوزى (راتنجى مترسب) يساعد على وقاية الخامــة الا أنه من الشائع استعمال مــواد التعقيم لهــذا الغرض ، خاصــة فى الحالات التى لا تتطلب فيهــا تجهيز الاقمشــة وتغطيتهــا بالمــواد الراتنجيــة ، ومواد التعقيم المستعملة يجب أن تحقق شروطا خاصة هى :

١ ـ ألا يكون لهــا لــون أو رائحــة ٠

٢ ـ ألا يكون لهــا أى تأثير فسيولوجــى ضــار بالنسبة للمستهلك أو للعامــل أثنــاء استعمالها ٠

٣ ـ الا يكون لها أى تأثير كيميائى ضار على القطن سواء عند استعمالها أو بعد تخزينها لفترة طويلة ٠

٤ ـ سهولة استعمالها وذلك ليمكن خلطها بمختلف مــواد التجهيز الاخرى ٠

ويهدف التجهيز المضــاد للكائنات الحيــة الدقيقة الى ما يلى :

١ ـ منــع نقــل الميكروبات المعديــة ٠

٢ ـ منع تكوين روائح كريهة عن طريق الميكروبات ٠

٣ ـ منع تنكك الالياف عن طريق مهاجمة الكائنات الدقيقة لهــا ٠

وتنحصر استخدامات هــذا النوع من التجهيز فى مجالين رئيسيين همــا :

(أ) التجهيز الذى يهدف الى اعطاء الاحتياطــات الصحيــة العامــة للمــلابس والمفروشــات ٠

(ب) التجهيز المضــاد للبكتريا بالنسبة للاقمشة المستخدمة فى الصناعة ٠

(أ) التجهيز الخـاص باعطاء الاحتياطات الصحية العامـة

ويقصد به التجهيزالذى يقضى على الكائنات الحيـة الدقيقـة التى تسبب الامراض وتجـرى على الانواع الاتيـة من الملبوسات :

١ ـ الملابس التى تلامس الجلد مـدة طويلـة وتشمل الملابس الداخلية مثـل الفانلات والجوارب ، فوط غسيل الحمام ... الخ .

٢ ـ الملابس الفوقية مثل البدل والفساتين ... الخ .

٣ ـ ملابس المعامل وخاصة فى صناعة تحضير الادوية .

٤ ـ الاحـذية .

٥ ـ الاقمشة المستخدمة فى الاغراض المنزلية مثل فوط غسيل الجسـم ، مفارش الاسرة واقمشة المراتب واقمشة الكراسى ... الخ .

(ب) التجهيز المضـاد للكائنات الدقيقة للاقمشة المستخدمة فى اغراض صناعية

مثال ذلك التجهيز المضـاد للعفن ويستخدم لاقمشـة الخيام وشباك الصيد بجانب الاغراض الصناعية الاخرى .

الخواص الطبيعية للمواد المضادة للكائنات الدقيقة

١ ـ النشاط الفعـال

يعتبر العامل المضاد للكائنات الدقيقة مثالى كلمـا اتسع نطـاق نشاطه كى يؤثر على الفطـر والخمائر والاكتنوميسيتات والبكتريا اما بقتلها أو بمنع نموها ويعتمد ذلك على نوع المادة المضادة المستخدمة وتعتبر المواد ذات نشاط فعال كبير اذا استخدمت بتركيز ١٠٠ مليجرام لكل ملليلتر ويقل فعالية المـادة كلمـا زادت الكمية المستخدمة عن ذلك .

٢ ـ الذوبـــان

يجب أن تكون المـادة المستخدمة قليلـة الذوبان فـى المـاء حتى تتحمـل عمليات الغسيل المتكـررة ٠

٣ ـ درجة الاس الهيدروجينى

لكل نوع من الكائنات الدقيقة درجة أس هيدروجينى تنشط عنده لذلك فان اختيار المضـاد المناسب هو الذى يتحمـل الاس الهيدروجينى هذا وينشط فيه ٠

٤ ـ الثبـــات

كما أن المواد المضـادة للكائنـات الدقيقة يجب أن تكون لـه درجة ثبـات عاليـة للظروف التى يتعرض لهـا مثل الضوء ، الحرارة ، الرطوبة ٠٠٠ الخ ٠

ويلاحظ أنه بالرغم من مـواد التعقيم العديدة التى أكتشفت حتى الان فان معظمهـا لا يقوى على تحمـل تأثـير المـاء المالـح أو الغسيل ولهـذا فـان الاتجـاه هو انتـاج أنـواع جديدة لهـا مجموعـات نشطة تتفاعل مع السليلوز لتزيد من ثباته للبلل أو أن تعقب هـذه العملية عملية أخـرى لاكساب الخامـة مناعـة ضد نفـاذ المـاء ٠

وتنقسـم مـواد التعقيم الى :

١ ـ أمـلاح غير عضوية مثل أمـلاح كلوريد الزنك ، أمـلاح الكالسيوم الغير ذائبـة وكذلك النحاس وأملاحه تعتبر ذو أثر فعال فى مقاومة العفن ٠

٢ ـ المركبات العضوية لبعض المعادن مثل معادن النحاس والزئبق والزنك ٠

٣ ـ المركبا العضوية والتى تشتمل على مركبات كيميائية معقدة ٠
بجانب ذلك فان التحوير الكيمائى للسليلوز ، بحيث لا يؤدى الى فقد جزء

من متانتـه ، من الطرق الناجحة فى مقاومة الكائنات الدقيقة ٠ ومن أمثلة ذلك أمثلة السليلوز (Acetylation) ، Carboxy methylation Cyanoethylation

وكذلك الاسترة بحامض الفوسفوريك ، لتكوين مجموعة فوسفات محل جـزء من مجموعات الهيدروكسيل بالسليلوز ، يكسبه مناعة ضد العفن كمـا يجعله مقاوم للحريق ٠

الطرق المستخدمة لمعالجة الاقمشة بمضادات البكتريا والفطريات

هناك العديد من الطـرق التي تستخدم فى هذه المعالجة والتى تعتمد على نوع المـادة المستخدمة ومن هذه الطرق ما يلى :

١ ـ طريقة الاسـتنفاذ (Exhausion method)

تغمر الخامة فى محلول المـادة المطهـرة مع بعض الاملاح مثل ملح جلوبر لـمدة معينة تعصر بعدها الخامة وتجفف ٠ ومن أمثلة هذه الطريقة والتى تستخدم فيها مركبات الامنيوم الرباعية التركيب الاتى :

١ ـ ٥٪ من المادة محسوبة على وزن القمـاش ٠

٢ ـ ٣٪ ملح جلوبـر ٠

وتتم المعالجة عند درجة حرارة ٢٠ ـ ٣٠ºم لـمدة تتـراوح بين ٢٠ ـ ٣٠ دقيقة وفى حمام مائى نسبة القماش للمحلول ١ : ٥٠ ـ ١ : ١٠٠ ٠

٢ ـ طريقة الغمـر والعصـر

تغمـر الخامـة فى محلول يحتوى على ٣٠ ـ ٦٠ جم / لتر مادة مطهرة عند درجة حرارة الغرفـة ويضبط نسبة العصر بحيث يحتـوى القماش النـاتج على ٢ ـ ٥٪ من المـادة ٠

٣ ـ طريقة المعالجة السطحية بالرش

تستخدم طريقة الرش لمعالجة بعض الخامات النسجية بحيث تحتوى الخامة المعالجة حوالى ٢ ـ ٥٪ من المادة موزعة بطريقة منتظمة ومتجانسة ٠

٤ ـ طريقة الغمـر والعصـر ثم التثبيت

تغمر الاقمشـة فى حمام يحتوى على المـادة المضادة للبكتيريا والفطريات ثم تعصر وتمـر بمرحلة التثبيت ويتم ذلك اما بالتبخير أو التخزين أو بامرارها فى حمـام يحتوى على بعض المـواد المثبتـة مثـل الامونيوم · ومن أمثلـة المركبات المستخدمة فى هذه الطريقة اليوريا فورمالدهيد سابقة التكثيف(Precondensate) وكذلك المركبات الاتية .

Sodium pentachloro-phenolate and 2-dihydroxy-5.5-dichlorophenyl methane.

وفيها يتم التثبيت بامرارها فى حمام يحتوى على أملاح الالومنيوم ·

تعيين درجة مقاومة الاقمشة المعالجة للبكتريا والفطريات

هناك طريقتين لاجراء هـذا الاختبار :

أولا ـ طريقة طبق الاجـار (Agar Cup Plate)

تستخدم هذه الطريقة لتعيين مدى مقاومـة الاقمشـة المعالجـة للبكتيريا وتستخدم فـى هـذه القياسـات بكتيريـا الـ (Staphylococus aureus) وتوضع عينـة القماش المعالج على هيئة دائرة نصف قطرها ١/١٨ بوصة على سطح الاجار المزروع بالكائن المراد مقاومته ثم يتم تحضين الاجار عند درجة حـرارة ٣٧°م لمدة ٢٤ ساعة حيث يلاحظ ظهور منطقـة واضحـة حـول القماش المعالـج يدل على عدم نمـو البكتريا فيها (Inhibition zone) وتتناسب أبعـاد هذه المنطقـة تناسب طرديا مع تأثـير المضادات المستخدمة فى المعالجة ·

ثانيا ـ طريقـة الدفن فى التربـة

تستخدم هـذه الطريقة لقياس مـدى مقاومة الاقمشـة المعالجة للكائنات العضوية الدقيقة الموجودة فى التربة وتتم التجربة كالاتى :

١ ـ توضع التربـة المستخدمة فى هذا الاختبار فى صناديق أو أوعيـة مناسبة بحيث يكون عمقهـا حوالى ٥ بوصـات يضاف اليهـا المـاء بالتدريـج مع

التقليب المستمر وتترك لمــدة ٢٤ ساعة ويحافظ على نسبة الرطوبة متجانسة في جميع أجزاء التربة وذلك بتغطيتها بغطاء مناسب ويلاحظ أن تكون درجة حرارتها ٢٨ ± ١ م ·

٢ ــ تدفن العينات المــراد اختبارها فى التربة اما راسيا أو أفقيا على أن تكون أطوال هذه العينات ٦ × ١½ بوصة وعلى أن تكون هذه العينــات لامســة للتربــة جيــدا ·

٣ ــ تترك هــذه العينات لمدد مختلفة تبدأ من أسبوع وتتزايد الى أسبوعين ·· الخ حسب وزن الاقمشة المستخدمة ·

ويلاحظ أن تكون التربة المستخدمة حاوية على الكائنات الدقيقة التى لهــا تأثير على تفكك السليلوز بدرجة عاليــة · ويستخدم اختبار قــوة الشــد لمعرفــة التأثــير الناتــج · ·

الفصـــل الســـابع

المظهـــرات الضوئيـــة

عرفت مـــواد التبييض منـــذ حوالى ٢٠٠ سنة وذلك باســـتخدام مستخلصات بعض المـــواد التى تحتـــوى على مادة (Esculinic acid) وهـــى احـــدى مشتقات الكومارين (Coumarin) ٠

ولكن التطـــور الصناعى لهـــذه المـــواد يعتبر حديثا عندما بـــدأ الالمـــان الاهتمـــام به فى حوالى الثلاثينات وترجع أهمية هذه المواد الى أنها تزيد من درجة زهـــاء الخامـــة ٠

وتستخدم هـــذه المـــواد فى مجالات عديدة مثـــل المنظفـــات الصناعية وفى صناعة الورق وتجهيز المنسوجات وكذلك تضاف إلى لدائن غزل الالياف الصناعية ٠

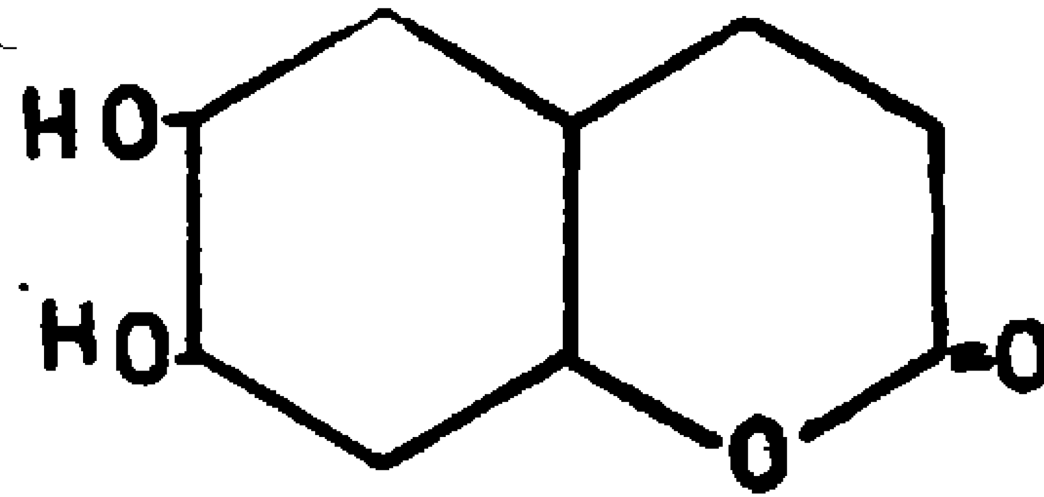
وتمثل قيمة المنتجـــات التى تســـتخدم بحـــوالى ١٠٠ ـ ١٥٠ مليون دولار سنويا ٠ أمـــا الجـــزء الذى يستخدم فى مجـــال تجهيز الاقمشـــة فحوالى ١٢٪ من المجموع الكلى المنتـــج من هـــذه المـــواد ومن أمثلة المـــواد الشائعة فى هـــذا المجـــال المركبات التجارية الاتية :

Uvitex, Tinopal (Ciba-Geigy)
Leukophor, Sandowhite (Sandoz)
Blankit, Ultraphor, Palonil white (BASF)
Blankophor (Bayer)
Hostalux (Hoechst)
Isma white (Isma)

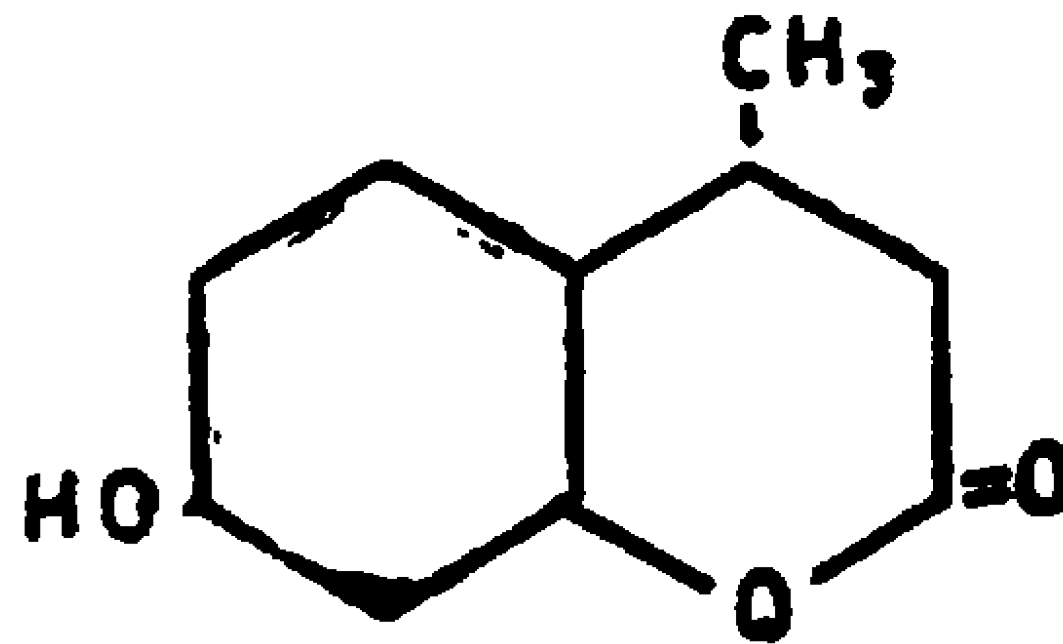
وتعرف هذه المواد بمـــواد التزهـــير الضوئية ، مواد التبييض الضوئى أو المظهـــرات الضوئية ٠ وهى مـــواد لهـــا صفـــة اضفـــاء البياض على الاليـــاف ولا تقارن خصائصها بمـــواد التبييض العادية ، كما سيأتى فيما بعد ، وهذه المـــواد يمكن اعتبارها صبغات عديمة اللـــون لهـــا خاصيـــة الفلوريـــة مثـــل الصبغات الفلورية (Flouresent dyestuffs) ولكنها لا تمتص اشعاعات من منطقة الضـــوء المرئى ٠

التركيب الكيمائى للمظهرات الضوئية

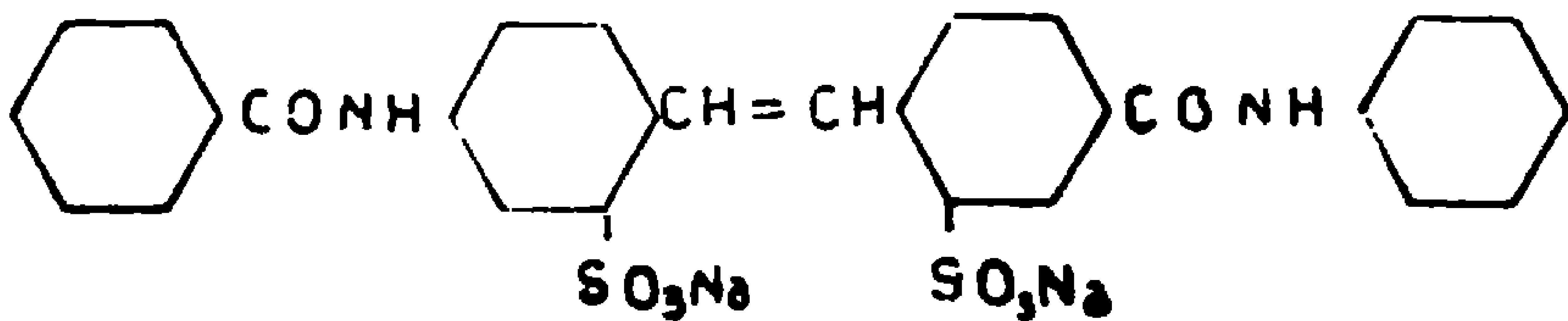
لقد كان الجزء النشط ضوئيا فى مادة الـ Esculin هى 6-7-dihydroxy coumarone



وكان هناك أيضا تركيب مماثل فلورى هو β-methyl umbelliferone

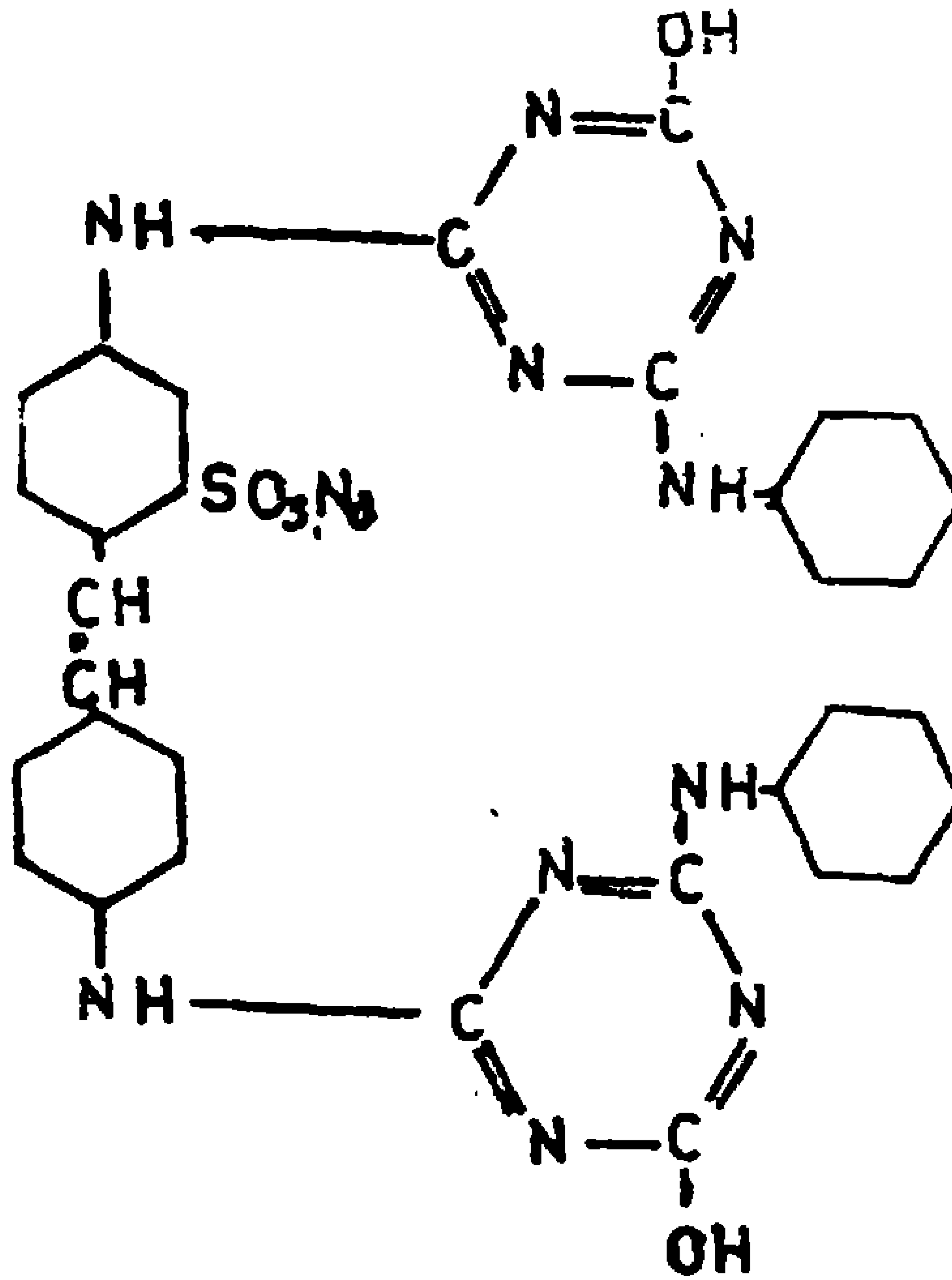


وقد بدأ التطور من هذين المركبين حيث أمكن ايجاد مظهرات ضوئية لها قابلية للالياف السليلوزية والتى كانت تعتمد أساسا على مشتقات الاستلبين مثل diamino stilbene disulphonic

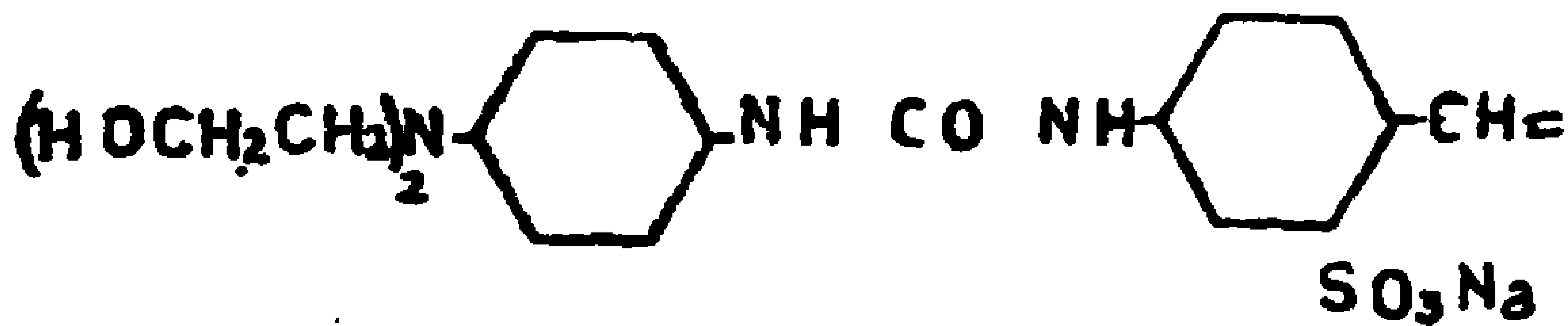


وتعتبر هذه المركبات من أهم المجموعات المستخدمة للقطن والتى سوف يقتصر الحديث عليها ٠

فقد ظهر العديد من المركبات التى اعتمدت أساسا على التركيب الكيميائى الاستلبين • وهذه المركبات لها قابلية للقطن ومرتبطة بنواه ترايزين triazine ومن الامثلة القديمة لهذه المركبات التركيب الاتى :



وظهر بعد ذلك مركبات بها مجموعات مستبدلة فى نواه التريازين (triazine) والتى تعطى درجات ثبات عالية للغسيل • فمن المركبات التجارية القديمة للمظهرات الضوئية كان (Blankphor R) وفى هذه المركبات استبدلت نواه التريازين بمركبات أخرى أعطت مقاومة جيدة لهذه المواد عند درجة الاس الهيدروجينى المنخفض مثل



والتي يقال أنه يحسن الثبات للضوء والكلور •

الدور الذى تلعبه المظهرات الضوئية

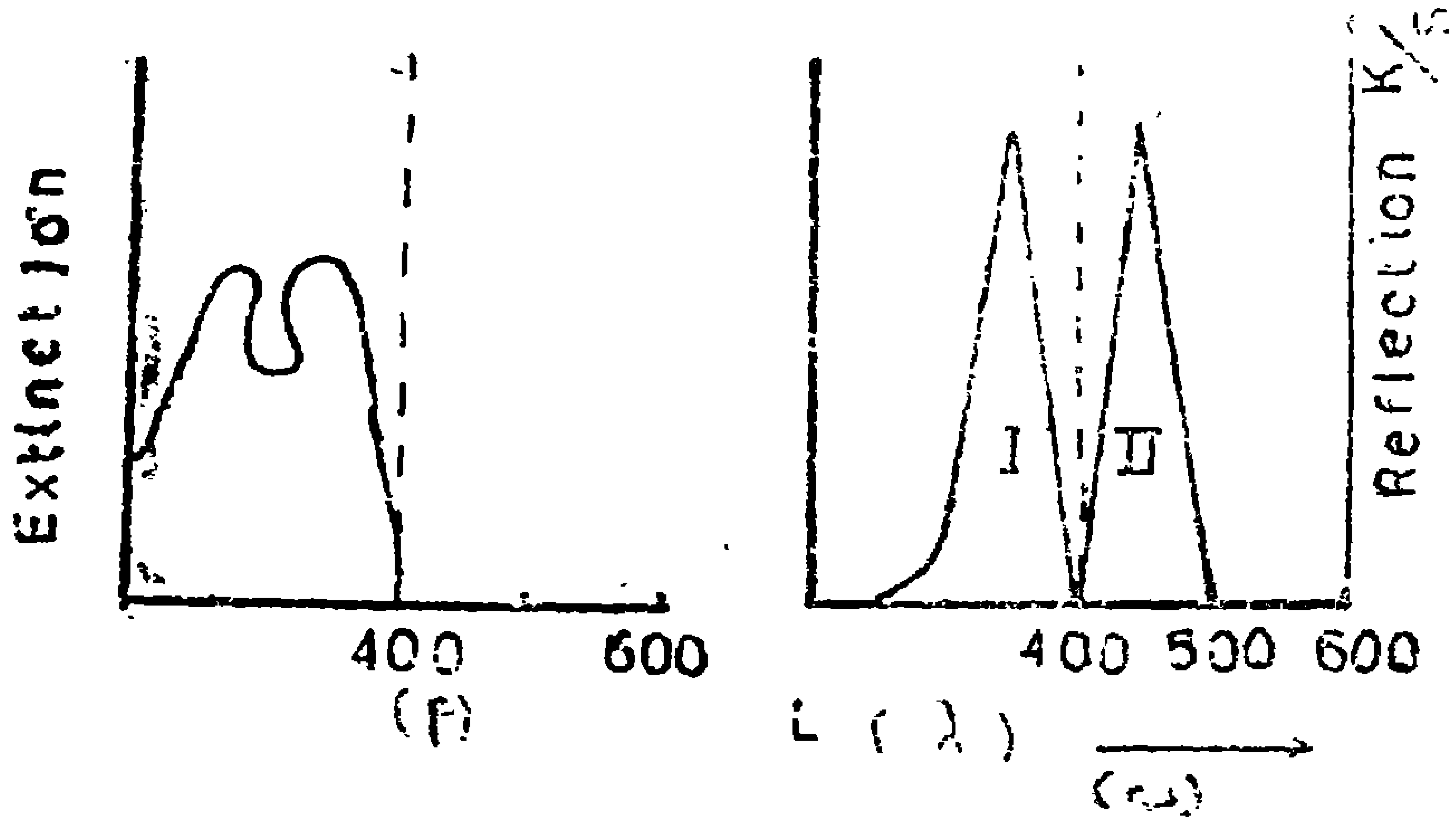
تقوم هذه المواد بامتصاص الاشعة الضوئية قصيرة الموجة والغير مرئية للعين (الاشعة الفوق بنفسجية) وتحولها الى أشعة مرئية ذات أطوال موجات عالية والتي تطلقها كأشعة بنفسجية زرقاء أو خضراء مزرقة •

وهذه الاشعة تبدو الينا كلون أبيض ناصع عندما تكون هذه الاشعة مندمجة مع الاشعة المنعكسة من أقمشة بيضاء معالجة بهذه المادة •

ويمكن تفسير ذلك بأن الاقمشة المبيضة لا تظهر بيضاء ناصعة لانها تمتص بعض الاشعة الزرقاء من الضوء الساقط عليها ، وبالتالى تكون الاشعة المنعكسة منها بها نقص فى الاشعة الزرقاء وتنتج عن ذلك أن الاشعة المنعكسة تكون غنية بالالوان الاحمر والاصفر والاخضر وهذا يجعل ظهور الاقمشة يميل الى الاصفرار •

وكانت العادة المتبعة قديما لتصحيح أى اصفرار فى الاقمشة البيضاء عند تجهيزها هى اضافة مقدار قليل ومناسب من صبغة زرقاء مثل (Altramarine) وكانت الصبغة تعمل على زيادة امتصاص اللون الاصفر من الاشعة المنعكسة وبالتالى يظهر اللون أبيض غير مصفر • الا أن عيوب هذه الطريقة أن كمية الاشعة التى يمتصها القماش تكون كبيرة وبالتالى يظهر القماش بلون رمادى وليس باللون الابيض الناصع •

أما باستخدام المظهرات الضوئية فان الوضع يختلف حيث أن طبيعة المادة هى تحويل الاشعة الغير مرئية الى أشعة مرئية فى منطقة الازرق وبالتالى فان الاشعة المنعكسة من الخامة أصلا يضاف اليها الاشعة المرئية المحولة بدون أى زيادة فى درجة امتصاص الخامة لذلك تظهر بيضاء ناصعة وبالتالى نجد أن دور هذه المادة ينحصر فى تحويل جزء من الاشعة غير المنظورة الى أشعة منظورة فتزيد بذلك درجة زهاء الخامة •



شكل (١٠٩)

والاشكال الاتية (١٠٩ أ ، ب) تبين الخصائص الاسبكتروسكوبية لمحلول مادة مظهر ضوئى بالنسبة لامتصاص الاشعة فوق البنفسجية واطلاق الاشعاعات الفلورية . فالشكل (١٠٩ أ) يعطى منحنى امتصاص نمطى للاشعة فوق البنفسجية حيث تمتص المادة غالبية الاشعاعات طويلة الموجة من منطقة الاشعة فوق البنفسجية واطلاق الاشعاعات الفلورية من ضوء النهار ولا تطلق أية طاقة اشعاعية .

والشكل (١٠٩ ب) يبين كيفية امتصاص نسيج القطن المعالج بالمظهرات الضوئية للاشعة فوق البنفسجية حيث نجد أن الطاقة الضوئية الممتصة (I) تتحول الى ضوء فلورى ذو موجات طويلة نسبيا تقع فى منطقة الاشعة المرئية (II) ونجد أن الاحساس اللونى ينتج فى هذه الحالة من أثر الضوء الفلورى لمواد التظهير الضوئى . حيث أن النهاية العظمى لمنحنى الامتصاص للاشعة فوق البنفسجية تتراوح بين طول موجة ٣٤٠ ـ ٤٠٠ مليميكرون وموقع النهاية العظمى لمنحنيات الانعكاس الممكنة لهذه الموادتتراوح بين ٤١٥ ـ ٤٦٦ مليميكرون .

تصنيف المظهرات الضوئية وطرق استعمالها

المظهرات الضوئية ذات النشاط الفلورى هى مركبات عطرية من البنزين - النفتالين - الفيناثرون والانترامين ومركبات شبه عطرية غير متجانسة (كومارين ، ترايزين triazine) والتى تحتوى على مجموعات كيميائية مثل :

—CO , —CH=CH— , p-phenylene , —CH=N— ,
—COOH , —C=N

وبطريقة مماثلةللصبغات نجد أنمجموعات $-COOH$, $—OH$, $—NH_2$, $—SO_3H$ تقوم بدور الاكسوكروم (Auxochrome) أو معمقة اللون ·

ولما كانت هذه المواد تتصرف فى الحمام كصبغات فانه بالتالى يمكن تصنيف طرق صباغتها كما لو كانت صبغات غير ملونة حسب طبيعة كلا منها كالاتى:

مظهرات ضوئية مباشرة

وتستخدم عادة للقطن وتلعب القابلية دورا هاما فى جودة الصنف ومدى ارتباطه بالخامة وثباته عليها ويستخدم على الخامة كصبغة مباشرة ·

وهناك المظهرات الضوئية الحامضية التى تستخدم للصوف والنايلون ، والقاعدية التى تستخدم لالياف البولى آكريلك والناشرة وتستخدم لالياف البولى أستر ·

تقييم المظهرات الضوئية وطرق تعيين درجة البياض

تجرى عملية تقييم المظهرات الضوئية على المنسوجات بالعين الفاحصة فى وجود الضوء المناسب وتستطيع العين المدربة أن تميز بين الفروق الطفيفة فى درجات البياض وميوله نحو الاخضر أو الاحمر ولقد أمكن استنباط قياسات نمطية للون الابيض (white scale) والذى يتكون من سلسلة تركيزات للخامات المختلفة بمظهرات ضوئية محضرة بطريقة بحيث يتدرج فيها اللون الابيض · وتماثل الدرجة أو القيمة المعطاه لكل نموذج الوحدة النسبية لظاهرة الفلورية ·

وهناك قياس آخر يعتمد على مادة أكسيد المغنسيوم النقى ويقدر لـه ١٠٠ وحدة ويعتمد هذا المقياس على درجة تغير لون الاكسيد بتدرج تلوينه ·

ويمكن تعيين درجـة بياض نسيج معالج عن طريق قياس منحنيات الانعكاس التى تعطى تعبيرا عن درجة البياض دون الاعتماد على قياسـات نمطيـة متارنـة وباستعمال ضوء صناعى يماثل فى مكوناته ضوء النهار · ويتعين قيـم الانعكاس للاحداثيات اللونيـة الثـلاث Rx, Ry , Rz ومن معلوميـة هـذه القيـم يمكن حساب درجة البياض من المعادلات الاتية :

$$W = Ry + 3\ (Rz - Rx)$$

البـــاب الثامن

الاختبارات المعمليـة للأقمشـة القطنيـة

الفصل الاول : مقدمـــــة

الفصل الثانى : الاختبارات الطبيعيـة والميكانيكية

الفصل الثالث : اختبارات الثبات للاقمشـة المصبوغة

الفصل الرابع : الاختبـــارات الكيمائيـة ٠

الفصـل الاول

مقدمـــــه

الاسباب التى تدعو الى اجراء الاختبارات على الاقمشة كثيرة ومتعددة منها ما هو عـام ، وهو الذى يجـرى على معظم الاقمشـة ، ومنهـا مـا هو خـاص وتتم على الاقمشـة التى تأخـذ المعالجات الخاصة • أما أسباب الاختبارات العامة فيمكن تلخيصها فى الاتى :

١ ـ التأكد من أن النسيج يطابق المواصفات •

٢ ـ لمعرفة تأثير خلط الشعيرات على خواص النسيج •

٣ ـ لمعرفة تأثير المعالجات الفيزيائية والكيميائية وكذلك تأثير التعرض للجـو والغسيل ... الخ •

٤ ـ لاكتشاف نقاط الضعف فى النسيج التى قد تسبب شكوى العملاء •

٥ ـ للمساعدة فى تصميم منسوجات معـدة للاستعمال فى أغراض معينة •

٦ ـ لدراسة تأثيرات خواص الشعيرات والخيوط والمنسوجات •

٧ ـ للحصول على بعض الايضاحات عن مدى أداء المنسـوج •

ولاجراء الاختبارات المعملية على النسيج فانه يلزم أولا معرفـة المراحـل التى مـر عليها حتى يمكن تحديد التجارب اللازمـة التى يجب أن تجـرى عليه ولذلك فاننـا فى هذه المقدمة سوف نستعرض الاختبارات اللازمة بعد كل مرحلة من مراحل تشغيل النسيج حتى نحصل فى النهاية على أقمشـة تخضع للمواصفات المطلوبة للمنتج النهائى •

اولا ـ الاقمشـة الخـام

قبل أن تمـر الاقمشـة فى أولى مراحـل التشغيل وهى مراحل التحضـير الابتدائى فيلزم اجراء التجارب الاتية :

١ - تعيين وزن المتر الطولى من الاصناف المختلفة .

٢ - تعيين عرض القماش .

٣- تعيين عدد خيوط السداء واللحمة فى البوصة المربعة ونوع الشعيرات بها .

٤ - تعيين عرض البرســل وعدد الخيوط فيه .

تدون هذه القراءات ويؤخذ المتوسـط لكل اختبـار وتقـارن بالمواصفات القياسية لنفس الخامة ومعرفة مدى مطابقتها .

ثانيا : الاقمشة المبيضة والمرسرة

فى هذه المرحلة تكون الاقمشة قد تعرضت لبعض العمليات الكيمائية مثل مرحلة ازالة النشـا والغليان فى القلوى ثم التبييض بالكلور أو بماء الاكسجين وعمليات التحرير قبل أو بعد التبييض وهذا مما لاشك فيه له تأثير كبير على متانة الخامـة . لذلك فان التجارب اللازم اجرائها على هذا النسيج هى :

١ - تعيين السيولة قبـل وبعد المعالجة .

٢ - تعيين قـوة الشـد قبل وبعد المعالجة .

٣ - التلف المتسبب عن الكلور الممتص .

٤ - تعيين درجة الاس الهيدروجينى للاقمشة المبيضـة .

ثالثا : الاقمشـــة المصبوغة

الاختبارات التى تجرى على الاقمشة المصبوغة لتعيين درجات ثبات اللون هى :

١ - تعيين درجة الثبات ضد الضوء .

٢ - تعيين درجة الثبات ضد الغسيل

٣ - تعيين درجة الثبات ضد الاحتكاك .

٤ - تعيين درجات الثبات ضد العرق .

٥ - تعيين درجات الثبات للتبييض فى حمام هيبوكلوريت .

٦ - تعيين درجات الثبات ضد الكى .

٧ - تعيين درجات الثبات ضد الغلى فى محاليل الصودا .

٨ - تعيين درجات الثبات ضد المـاء .

٩ _ تعيين درجات الثبات ضد الاحماض ٠

١٠_ تعيين درجات الثبات ضد القلويات ٠

١١_ تعيين درجات الثبات ضد التحرير ٠

رابعا : الاقمشــة المجهــزة

تتوقف الاختبارات المعملية على نوعية التجهيز التى أجريت على النسيج ٠ فقد يحدث أن يعالج النسيج لاكثر من تجهيز مثل معالجة القماش ضد التجعد مع مقاومة الحريق أو البلل وخلافة لذلك فان معرفة نوعية التجهيز ضرورية لتحديد الاختبارات اللازم اجراؤها ، والجدول الاتى يبين الاختبارات المطلوب اجراءها على التجهيزات لمختلفة ٠

جدول (١٤) يبين لاختبارات اللازم اجراءها
على الاقمشة المجهــزة بتجهيزات مختلفة

نوعيــة التجهيــز	اختبار قــوة الشــد	تعيين مقاومــة التآكل	السيولة	اختبارات خاصــة
معالجة ضد التجعــد	✓	✓	—	تعيين نسبة الاسترجاع (C.R)
معالجة ضد البــلل	✓	—	—	تعيين مقاومة البــلل
				أ _ نفاذية المــاء
				ب _ تشرب المــاء
معالجة ضد الاحــتراق	✓	✓	—	تعيين مقاومة الاحتراق
معالجة ضد العفن	✓	—	—	تعيين مقاومة العفن
معالجة ضد الانكماش (ريجمل)	✓	—	✓	تعيين نسبة الانكماش
				(بعد الغسيل)
اقمشة مجهزة (Silk-Finish)	✓	✓	—	الملمس
أقمشة معالجة بالنشا	✓	—	—	أ _ وزن المتر
				ب _ تعيين نسبة المواد
				النشوية وخلافه

الاعتبارات الاولية اللازمة لاجراء الاختبارات المعملية (*)

١ ـ اختيار العينات للاختبار

عينة الاختبار هى جزء صغير من حجم لوط تشغيل كبير ويلزم أن تكون هذه العينـة المختارة ممثلة للوط ككل · وهناك سببين رئيسيين لاجراء الاختبارات على عينات صغيرة وهما اختصارا للوقت وكذلك لان بعض الاختبارات تستهلك عينة الاختبار وتجعلها غير صالحة للاستعمال ·

وهكذا ، نجد أن عينة الاختبار تكون صغيرة جدا الى المدى الذى يجعل هذه العمليـة هامة جدا ، ويلزم أن تتخذ الحيطة فى اختيار العينات حتى تكون ممثلة لبقيـة اللوط ·

وعمليات أخذ العينات تخضع بدرجة كبيرة الى عدة عوامل مثل :

١ ـ شـكل الخامات المطلوب اختبارها ·
٢ ـ كميـة الخامـة المتاحـة ·
٣ ـ طبيعـة الاختيـار ·
٤ ـ نوع جهـاز الاختيـار ·
٥ ـ المعلومات المطلوبة ·
٦ ـ درجة الاتقـان المطلوبة ·

٢ ـ طريقة اختيار العينات فى النسيج

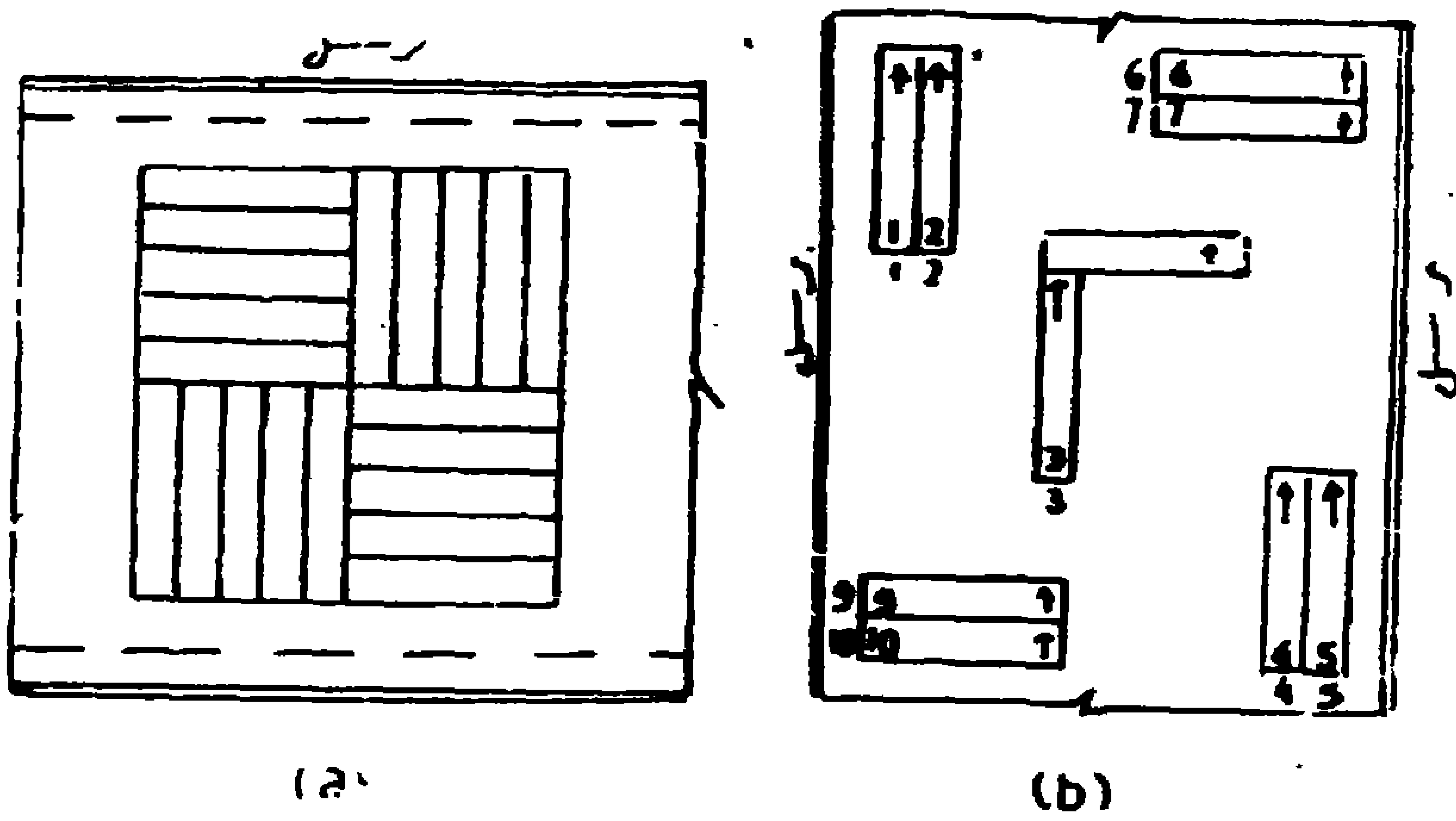
غالبا ما تكون مشكلة التكنولوجيين فى معامل الاختبارات اليومية هى كيفية استخلاص أكبر قـدر من المعلومات المفيدة باستخدام أقل قدر من الخامات المستخدمة فى الاختبار وهذه هى غالبا ما تكون القضية عندما تكون الخامات المطلوب اختبارها أقمشة ، فمثلا ، عند اجراء الاختبارات على مناديل الجيب ذات الابعاد المحدودة

---

*Principle of Textile Testing by J.L. Booth, p. 84.

فانه يلزم أن تكون الاختبارات مختصرة والا سوف نجد أن الاعداد اللازمة للاختبار كثيرة والتى سوف تكون بعد اجراء الاختبارات عديمة القيمة ، لذلك كان لزاما أن يوضع فى الاعتبار التكاليف الناجمة عن الاختبارات من الناحية الاقتصادية ٠

ومن الامثلة على كيفية اختيار عينات الاختبارات للمنسوجات ، فقد دونت بواسطة مجموعة فنيين قسم الاختبارات للـ
J. Textle Inst. , 36, 51 (1945) D.C.I.R.A
وقد أشاروا أن المنطقة القريبة من البرسل غالبا ما يكون لها خصائص تختلف عن بقية جسم النسيج ، وبالتالى ، فان اختيار العينة يكون بعيدا عن البرسل بمقدار ٢ بوصـــة كما هو مبين بالشكل (١١٠) ٠



شـــكل (١١٠)

والملاحظـــة الثانية هو أن تكون العينات ممثلة من الخامـــة جميعها كما هو مبين فى الشكل (١١٠ أ ، ب) وذلك بأخذ عينات من كافة الاتجاهات لتعيين قـــوة الشـــد ٠

٣ ـ تكييف عينات الاختبار

تؤثر الرطوبة بدرجة كبيرة على الخواص الميكانيكية للاليـــاف السليلوزية ، لذلك فانه يلزم قبل اجراء أية اختبارات على هذه الالياف فى أشكالها المختلفة أن تكيف تحت ظروف قياسية حتى نحصل على نتائج دقيقة ومتكررة ٠ ويستخدم فى

التعبير عن الرطوبة كلا من الـ Regain (الرطوبة) وكذلك Moisture Content (المحتوى الرطوبى) ·

الفرق بين الرطوبة والمحتوى الرطوبى

تعرف الرطوبة بأنها وزن الماء فى الخامة معبرا عنه بالنسبة المئوية لوزن الخامـة الجاف تماما

أى الرطوبة = (وزن المـاء × ١٠٠) / (وزن الخامة الجاف)

أما المحتوى الرطوبى فهو وزن المـاء فى الخامـة معبرا عنه بالنسبة المئوية للوزن الكلى

أى أن المحتوى الرطوبى = (وزن الماء × ١٠٠) / (الوزن الكلى)

فاذا رمزنا لوزن الخامة الجاف تماما بالرمز D

ووزن المـاء بالرمز W

والرطوبـة بالرمز R

والمحتوى الرطوبى بالرمز M

$$R = \frac{W \times 100}{D}$$

فيكون

$$M = \frac{W \times 100}{D + W}$$

وهناك أيضا علاقة تجمع بين الرطوبة R والمحتوى الرطوبى M كاتى :

$$R = \frac{M}{1 - M/100} \qquad M = \frac{R}{(1 + R/100)}$$

ورطوبة الخامات النسجية (أى الـ regain) تعتمد على رطوبة الجو المحيط بهـا ويعـرف ذلك بالـ humidity • ويعبـر عن ذلك امـا بالرطوبـة المطلقـة (absolute humidity) أو بالرطوبة النسبية (relative humidity)

الرطوبـة المطلقـة (Absolute humidity)

وهى وزن المـاء الموجود فى وحدة حجوم من الهـواء الرطب ويعبر عنهـا بالجرامات لكل متر مكعب •

الرطوبـة النسـبية (R.H) (Relative humidity)

هى النسبة بين ضغط البخـار (Vapour Pressure) الحقيقى الى ضغط البخـار للجـو المشبع تحت درجـة الحرارة ، ويعبر عنـه بالنسبة المئوية :

$$R.H = \frac{\text{ضغط البخار الحقيقى}}{\text{ضغط البخار المشبع}} \times ١٠٠$$

وهناك تعريف آخر للرطوبة النسبية وهو النسبة بين الرطوبة المطلقة للهواء الى الهواء المشبع ببخار المـاء عند نفس الحرارة والضغط وهذه النسبة يمكن أن يعبرعنها بالنسبة المئوية •

وعادة يوصف جو الاختبارات بالرطوبة النسبية عن الرطوبة المطلقـة لان رطوبة الخامات النسجية تعتمد على الرطوبة النسبية •

وحيث أن الرطوبة النسبية تؤثر على رطوبة الخامات النسجية وعلى خواصها فانه يلزم أن نحدد الظروف الجوية التى يجب أن يجرى فيها الاختبارات كالاتى :

الجـو القياسي (Standard atmosphere)

يعرف هـذا بأنه الجو الذى يكون فيه الرطوبة النسبية **R.H** ٦٥٪ ودرجة الحرارة ٢٠ْم · وهناك بعض السماحات لذلك ·

جـــو الاختبـار (Testing atmosphere)

يمكن تحديد جو الاختبارات بأن تكون الرطوبـة النسبية ٦٥٪ ± ٢٪ ودرجة الحـرارة ٢٠ ± ٢ْم ·

الفصــل الثـانى

الاختبارات الطبيعية والميكانيكية للاقمشــة

١ـ تعيين وزن النسيج لكل وحـدة مساحات (Weight per unit area)

يتم ذلك عن طريق وزن مساحــة معينــة من النسيج ثم يقســم الوزن على المساحة ٠ وتحتاج هذه العملية الى درجة عالية من الدقــة عند اختيــار العينة ، وضع العلامات ، وقص العينات ، ودقــة لوزن ومحتوى الرطوبة ٠

ففى عملية قياس وقص العينة يجب أن لا تزيد نسبة الخطأ فيها عن ١٪ لمساحة قدرها ١٠٠ بوصة مربعة ، كما أن الخطأ فى وزن العينة يجب أن لا يتعدى ٤ر٠٪ وبالنسبة لمحتوى الرطوبة (M.C) فيجب أن تكيف العينة أولا فى جو قياسى٠

٢ ـ تعيين الوزن لكل وحدة أطوال (Weight per unit length)

فى هذا الاختبار يراعى نفس الاحتياطات السابقة على أن يكون أقـل طول هو ١٨ بوصـة ٠

تحويل قيم الوزن (Conversion of Values)

اذا كان من الممكن التغاضى عن تركيب برســل القماش فانه يمكن تحويل قيم الوزن لكل وحدة مساحات الى الوزن لكل وحدة أطوال والعكس صحيح كالاتى :

فاذا كان وزن الياردة المربعة	W
وكان وزن الياردة الطولية	R
وعـرض القماش بالبوصة	w

فــان

$$W = \frac{36\ R}{w}, \quad R = \frac{W.w}{36}$$

٣ ـ عدد الخيوط فى السداء واللحمــة

يشار الى خيوط السداء فى الاقمشة المنسوجة بالــ ends وعدد الخيوط فى البوصة من عرض القماش تحدد بالــ endo/inch ٠ وخيوط اللحمة تسمى pichs وعلى هــذا الاساس يوصف القماش بالرموز picks & ends

فمثلا ، قماش البوبلين المصنع من القطن يمكن نسجه بعدد 144 ends / inch 76 picks/inch وخيوط السداء يمكن أن تزوى مثلا 2/100s وخيوط اللحمــة يمكن أيضا زوبها 2/100s ويوصف هذا البوبلين كالاتى :

144/76، 2/100، 2/100

ويمكن تحديد عدد الخيوط فى البوصة بعدة طرق ، خمسة منها معطاه فى المرجع ٠

Textile Institute Tentative Specification, No. 28 (1955)

وهذه الطرق توجد بالتفصيل فى B.S. Hand book وهى كالاتى :

١ ـ طريقــة الــ One inch counting glass

ويستخدم فى هذا الاختبار ميكروسكوب بسيط ٠

٢ ـ طريقــة الــ Travelling Thread Counter

ويستخدم فى ذلك ميكروسكوب متحرك

٣ ـ طريقــة الــ Fabric dissection

ويستخدم فى حالة الخيوط صعبة العد فى التركيبات المعقدة أو الخيــوط الملبــدة ٠

٤ ـ طريقــة الــ Parallel Line Grating

وهى طريقة ضوئيــة سريعة

٥ _ طريقة الـ Taper Line Grating.

وهي طريقة متطورة للطريقة السابقة ·

طريقة العد في عينة واحد بوصة (One inch Counting glass)

تستخدم هذه الطريقة لانها سهلة وسريعة ولكنها تكون غير مطابقة عندما يكون عدد الخيوط في البوصة أقل من ٢٥ ، وفي هذه الحالة تستخدم عينة ٣ بوصة لكي يمكن عد الخيوط بدقة

يوضع القماش فوق لوح زجاجي عند عد الخيوط وتحدد مسافة واحد بوصة في كلا من اتجاه السداء واللحمة ويتم عد الخيوط باستخدام عدسة · وأحيانا يعد عدد التكرارات للنموذج بدلا من الخيوط المنفصلة وعلى ذلك تكون عدد الخيوط في البوصة يساوى ناتج ضرب عدد الخيوط في التكرار x عدد التكرارات ثم اضافة الخيوط الباقية · وهذه الطريقة مفيدة عندما يكون عدد الخيوط في البوصة مرتفع ·

ويلاحظ تجنب المناطق القريبة من البرسل لان الفراغات بين الخيوط تكون غالبا مختلفة قليلا عما هو داخل القماش ويجب أن تكون العينة مكيفة لمدة ٢٤ ساعة على الاقل ·

اختبار الشد للمنسوجات
*The Tensile Strength of Textile

يعتبر اختبار قوة الشد للنسيج من أهم الاختبارات الميكانيكية على الخامة النسجية لان من شروط جودة الخامة هي قوة الالياف وتركيبها . ومع أهمية قوة النسيج يجب أن نضع في الاعتبار عدة خواص أخرى تحدد جودة المنسوجات مثل المرونة (Flexibility) ومقاومتها للضغط (Resilence) وامتصاص الرطوبة (Moisture absorption) وامتصاص الاصباغ ··· الخ ·

---

*Principles of Textile Testing, J.E. Booth, p. 353.

والاهمية النسبية لكل من هذه الخواص تعتمد أساسا على الغرض الاساسى التى تستعمل من أجله المنسوجات ·

وقبل التعرض لهذا الاختبار فسوف نستعرض بعض التعاريف المستخدمة فى هذا المجال ·

الاصطلاحات والتعاريف:

١ - الثقل (Load)

عند تعريض عينة من القماش لثقل فى اتجاه محورها فانه يتولد فيها قوة شد · ويعبر عنه الثقل بالجرامات أو الرطل ·

٢ - الثقل القاطع (Breaking Load)

هى القوة التى تنقطع عندها العينة وتقدر بوزن الجرام أو الرطل ·

٣ - الجهد (Stress)

عند مقارنة المنسوجات من ناحية الجودة بين تراكيب سميكة ورفيعة فانه يلزم اختيار وحدات مناسبة لذلك · وفى الهندسة فان رمز جهد (stress) يستخدم عادة لهذا الغرض وهو عبارة عن النسبة بين القوة الواقعة ومساحة مقطع العينة كالاتى :

$$\text{Stress} = \frac{\text{Force applied}}{\text{cross section area}}$$

ويعبر عن القوة بالداين (Dynes) أو البوندال (Poundles) ·

وبالتالى فان الجهد على الشعرة يمكن أن يعطى بالوحدات داين / سم٢ أو البوندال / سم٢ ·

الجهـد المتكامل (Mass Stress)

لمـا كان من الصعب قياس مقطع الشعيرات لانها عـادة غير منتظمة وكذلك لتبسيط الامـر فقد استخدم اصطلاح الكثافة الطولية (Linear density) للعينة . والكثافة الطوليـة يعبر عنه بالدنير (denier) أو tex count ومن ذلك يمكن تعيين الجهـد المتكامل بدلا من الجهـد وذلك حسب المعادلة :ـ

$$\text{Mass stress} = \frac{\text{Force applied}}{\text{Linear density}}$$

وبذلك تصبح الوحدات المستعملة هى جرامات وزن لكل دنير أو جرامات وزن لكل تكس .

٤ ـ التماسـك (Tenacity or Specific Strength)

يعرف التماسك للخامـة بأنه الجهد المتكامل (Mass Stress) عنـد القطع ووحداتها هى جرام / دنير / تكس .

٥ ـ طـول القطـع (Breaking Length)

هو عبارة عن طول العينـة الذى تنقطع تحت تاثير وزنها اذا علقت راسيا ، ويفيـد تعيـين طـول القطـع فى المقارنـة بـين أليـاف مختلفـة التركيب . والوحدات المستخدمة هى الكيلومتر ، فمثـلا ، اذا كان هناك خيط فسكوز ١٠٠ دنير عند ثقل ١٨٥ جرام فان طول القطع يساوى :

$$= \frac{١٨٥ \times ٩٠٠٠}{١٠٠ \times ١٠٠٠} = \text{١٦٫٦٥ كيلو متر}$$

٦- الاجهـــاد (Strain)

عندما تتعرض عينـــة ما الى شـــد فانه يحدث لهـــا زيادة فى الطول (Elongation) وهذه الزيادة سوف تتغير مع زيادة الطول الاصلى ٠

ويستخدم اصطلاح الاجهـــاد ليعبر عن النسبة بين الزيادة فى الطول والطول الاصلى كالاتى :

$$\text{Strain} = \frac{\text{Elongation}}{\text{initial length}}$$

٧ - الاســـتطالة

عندما يعبر عن الاجهاد كنسبة مئوية فاننـــا نحصل على الاســـتطالة كالاتى :

$$\text{Extension} = \frac{\text{Elongation}}{\text{initial length}} \times 100$$

منحنى الثقـــل - الاســـتطالة (Load-Extension Curve)

عند اختبار قـــوة شـــد النسيج نحصل على منحنى فى غاية الاهمية وذلك عند رســـم قيم الثقل الواقعة على العينـــة مع الاستطالة وذلك لان هـــذا المنحنى يصف سلوك العينة عند ثقل قيمته صفر حتى الاستطالة عند القطع ٠٠

ومن دراســـة هذا المنحنى يمكن الحصول على معلومات هامـــة مثـــل معامل ينـــج الابتدائى (Initial Young's Modulus) وشـــغل التقطع ٠٠ الخ٠

منحنى الجهـــد - الاجهـــاد (Stress -Strain Curve)

يفضل فى بعض الاغراض أن نحول منحنى (الثقـــل - استطالة) الى منحنى (الجهد - الاجهـــاد) حيث يمكن عقـــد المقارنات بين الخامات والتراكيب المختلفة بطريقة مباشرة ويبين هـــذا المنحنى البيانات الهامة التى يمكن أن نستخلصها منه ٠

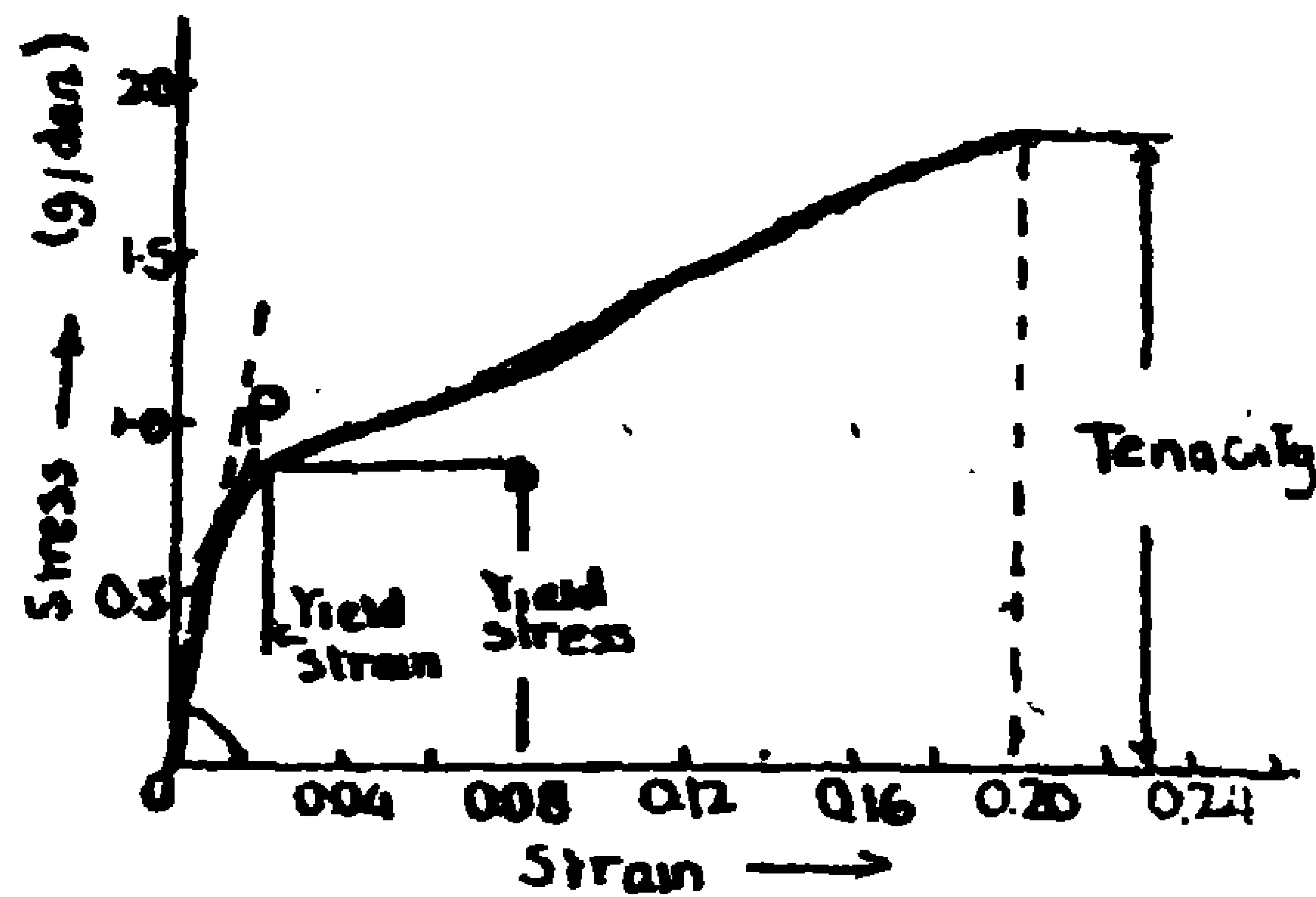
ويمكن الحصول على قيم الجهد Stress (Ss) بقسمة قيم الثقل على الدنير ، أما اجهاد (St) Strain فيحسب بقسمة الاستطالة على الطول الاصلى ·

مثال : عند اختبار خيط فسكوز ٢٥٠ دنير طوله ٢٠ بوصة · فعند استطالة ١ بوصة كان الثقل على الفسكوز ٢٧٢ جم ·

$$\text{اذن الجهد} = \frac{٢٧٢}{٢٥٠} = ١٫٠٨٨ \text{ جم/دنير}$$

$$\text{والاجهاد} = \frac{١}{٢٠} = ٠٫٠٥$$

والشكل (١١١) يوضح منحنى (الجهد ـ الاجهاد) لتركيبات شعرية مثل المنسوجات والخيوط والتى تكس خواص الشعيرة أو الشعيرات الداخلة فى التركيب والتحسينات التى تطرأ على الخيوط أو النسيج أثناء التشغيل مثل التجهيزات الكيمائية أو الطبيعية ·· الخ ·



شكل (١١١)

معامل ينـــج الابتدائى (The Initial Young's Modulus)

يعتبر الجزء الاول من منحنى جهـد ـ اجهـاد St ـ Ss الذى يبدأ من الصفر ذو أهميـة خاصة ۰ ففى الشكل (١١١) نجد أن هذا الجزء عبارة عن خط مستقيم تقريبـا وهـذا يدل على وجـود علاقة خطية بين Ss & St ويعنى كذلك أن المـادة تتصرف كالزنبرك ولذلك فهـى تتبـع فـى هـذا الجزء قـانون هـوك (Hook's law) ويسمـى هـذا الجـزء مـن المنحنـى (Hook's region) وترجع أهمية هذا الجـزء فى أنه اذا رفع الثقـل تعـود المـادة الى طولهـا الاصلى أو قريبـا جدا ، كما أن ظل الزاوية بين الجزء الاول من المنحنى والمحور الافقى هو النسبة بين Ss & St وتسمى هـذه النسبة بمعامل ينج وهو مقياس للقـوة المطلوبة لاحداث استطالة قليلة فى الخامة ۰ وهكذا نجد أنه اذا كبر هذا المعامل دل ذلك على عدم قابلية الخامة للاستطالة والعكس صحيح۰

وفى مجـال النسيج يستخدم معامل ينـج الابتدائـى ليعبـر عن مقاومـة المنسوجات الابتدائية للاستطالة فاذا كانت وحدات الـ Ss جم/دنير فان وحدات معامل ينـج الابتدائى تكون أيضا جم/دنير ۰

نقطـة الميـل Yield Point

وبعد المنطقة المستقيمة يأخذ المنحنى فى الميـل ، فلا تعتبر المـادة بعد ذلك كزنبرك وتكون مرنـة فيمكن الحصول على استطالات كبـيرة بزيـادة بسيطة فى الجهـد Ss ، ومعظـم هـذه الاستطالة غير قابلة للاسترجاع ثانية ۰ وهـذا الانحنـاء أو اللين يوجد بعد الـ (Yield Point) ويحددها هندسيا بالنقطة التى عندها يكون ظل المنحنى (ميل المنحنى) موازيا للخط الواصل بين نقطـة الاصل ونقطـة القطـع وعـلى هـذا فيمكن تعريف الـ Yield point بوحـدات Yield Stress و Yield Strain ويمكن تعريفها أيضا بأنها النقطة التى يتوقف التناسب الخطى بين التمدد والجهـد

طـرق تعيــين قــوة المنسوجات

يتم تعيين اختبا قــوة المنسوجات بالطرق الاتيــة .

١ ـ قــوة الشــد

٢ ـ التمــــزق

٣ ـ الانفجــــار

١ ـ اختبار قــوة الشــد

اختبــار الشــريط (*Strip Test)

يبلغ عرض العينــة تحت الاختبار عادة ٢ بوصة وهى تحضر بقطع نسيج عرضه المبدئى ٢½ بوصــة وتنسل الخيوط من كلا الجانبــين حتى يبلغ العرض ٢ بوصة ويجب أن يكون الطول المختبر الموجودة بين فكى الاختبار ٨ بوصة ويوجد طول كاف للمساعدة فى مسك العينة واذا كان النسيج صعب التنسيل من الجوانب فانه يقطع باحتراس بعرض ٢ بوصة وتحت أنسب الظروف تعلق العينة مركزيا وتمسك جيدا على طول عرضها لنمنع الانزلاق وليكون الثقــل واقعا بانتظام على العرض بأكمله · واذا كان هناك صعوبة فى مسك العينــة باحكام فقد نستخدم قطعة من القماش السميك بين العينة والفــك ممــا يؤدى الى تحسين الاختبار ، وحينما يقع الثقــل فــان الالتــواء يقــل فى اتجــاه الثقــل ويزداد فى الخيوط العمودية عليه · وهذه العملية تعرف بالالتواء التبادلى ويظهر هــذا التأثر فى ضيق العينــة من المنتصف ويقــل عند فــك الامساك ·

وتأثير الاجهــاد (Stress) على العينة بمنطقة الفــك تكون عاليــة وقد تسبب الانقطــاع فى هــذه المنطقــة ، والشــكل (١١٢) يوضــح الشــريط فى المراحــل المختلفة خــلال الاختبار · ولكى يكون هنــاك معادلة عامــة لتربط بين قــوة النسيج وقــوة الخيوط فسيكون ذلك أكثر تعقيدا نظرا لتداخل كثيرا من المتغيرات مثــل :

١ ـ خواص المــواد الخــام

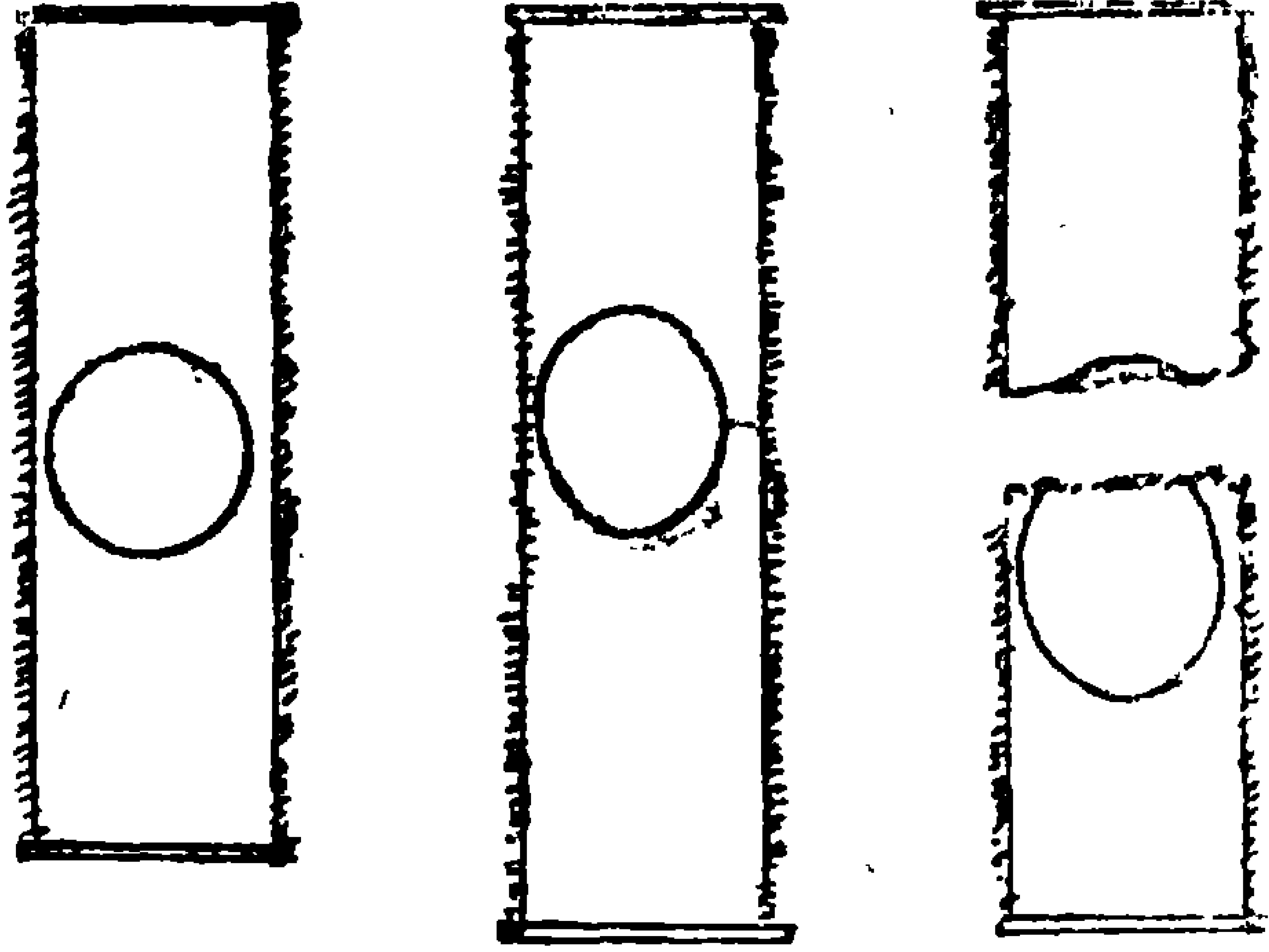
٢ ـ مواصفات الخيط (النمرة ـ عدم الانتظام ـعامل البرم)

---

*Principle of Textile Testing, J.E. Booth, P. 433

٣ ـ تركيب النسيج (التثبيت ـ النسبة المئوية للالتواء ـ النسيج)

٤ ـ التجهيز النهائي للنسيج ٠



شكل (١١٢) يبين المراحل المختلفة لشكل
عينة الاختبار خلال الاختبار

٢ ـ قياس قوة التمزق (Tearing Strength)

تستخدم في العديد من اختبارات قوة التمزق أجهزة قياس قوة الشد القياسية وفي بعض الاحيان تعدل هذه الاجهزة بدرجة طفيفة وذلك لان الخصائص الاساسية للاختبار تتركز في شكل عينة الاختبار ، طريقة تثبيت العينة في فكي الجهاز وفي طريقة تفسير قيم القوة المسجلة ٠ وقد أشارت بعض الهيئات أن عملية التمزق تتم فجأة وبالتالي فيجب أن يتم اختبار التمزق بسرعة عالية عن السرعة العادية التي تستخدم عند اجراء اختبار قوة الشد ٠

وهناك عدة طرق تستخدم في تعيين قوة التمزق هي :

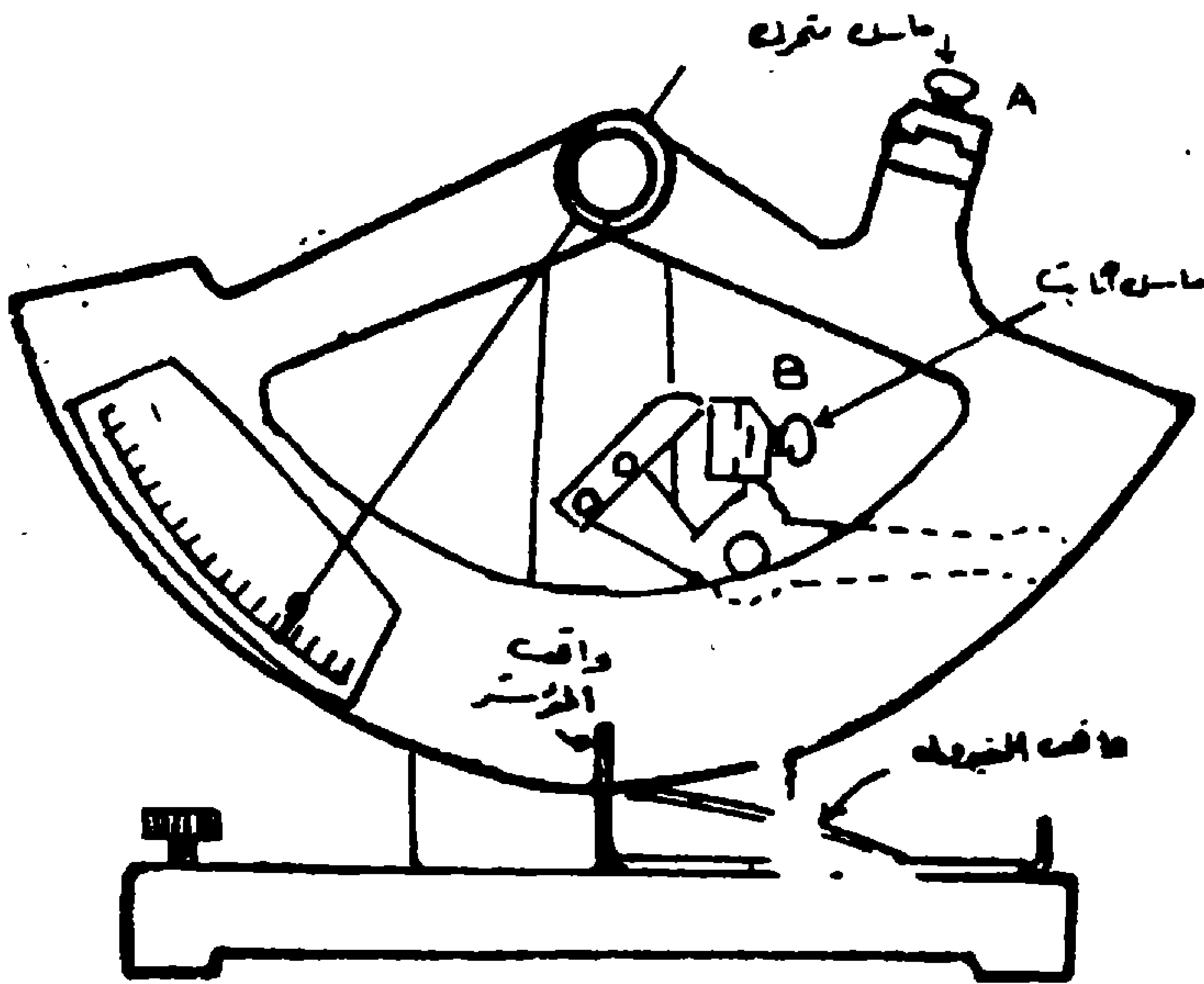
1. The Tongue Tear Test (B.S. Handbook, p. 165)
2. The Tongue Double Rip Test (B.S. Handbook, p. 167)
3. The Ballistic Tear Test (B.S. Handbbok. p. 257)
4. Elmendorf Tearing Tester

*Principle of Textile Testing, J.E. Booth, p. 441

وفى هذا المجـال سوف نستعرض طريقـة قيـاس قـوة التمزق بطريقـة المندورف (Elmendorf)

قيـاس قـوة التمزق بطريقة المندورف

يستخدم هـذا الجهاز لتعيين مقاومة الخامة للتمزق بواسطة سقوط بندول الجهاز الذ يعتبر الجزء الاساسى فيه والمهيىء بمقياس مدرج كما فى شكل (١١٣) ٠ والبندول مثبت برولمان بلى مع مؤشر يتحرك على التدريـج ٠ وتثبت العينـة ـ بالشكل والابعـاد الموضحة فى الشكل (١١٤) التى على شكل مستطيل ضلعه الاطول موازى لاتجاه اللحمة بماسكين احدهما مثبت بالبندول المتحرك والآخر فى الجزء الثابت من الجهاز ومثبت بجواره سكينة ٠

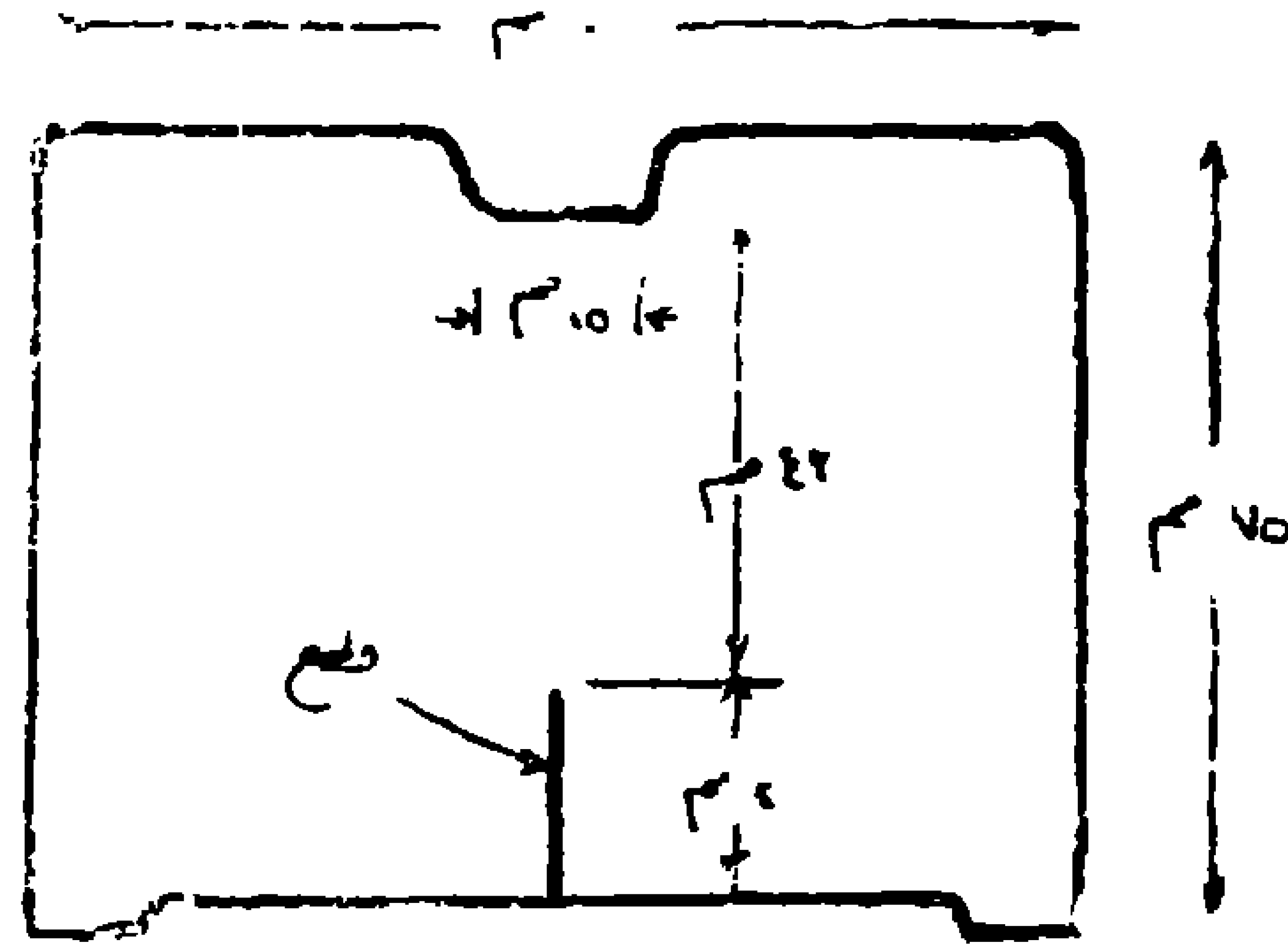


شـكل (١١٣)

يرفع البندول لوضع الابتداء وتقف حركته فى هذا المكان بواسطة حاجـز زنبركى وتثبت العينـة فى الماسكين وتقطع السكينة فتحة بطول ٢٠ مم ٠

يوضع المؤشر بقرب مكان وضع الابتـداء ويضغط على الحاجـز الزنبركى ليتحرك البندول بحرية حركة تراجعية حيث تتمزق العينة المثبتة بالماسكين عرضيا ٠

وتعين مقدار القوة اللازمة لتمزق عينـة الاختبار بسقوط البندول بواسطة المؤشر على المقياس المدرج مقدرة بالجرام ·



شـكل (١١٤)

٣ ـ قياس مقاومة الانفجـار

تعريف

مقاومة الانفجـار هى مدى ما تتحمله العينـة المـراد اختبارها من ضغط واقع على مساحة معينة منهـا فى اتجـاه عمودى على سطحهـا ويعبر عنهـا بوحدة الكيلو جرام على السنتيمتر المربع (كجم / سم) وهناك طريقتين تستخدم لتقدير مقاومة الانفجـار ·

١ ـ طريقة الجهاز ذى الكرة الصلبة وتستخدم للاقمشة ذات درجـة الاستطالة العاليـة ·

٢ ـ طريقة الجهاز ذى الغشاء المطاط وتستخدم للاقمشة ذات درجة الاستطالة المنخفضة وتسـتخدم الطريقتـان بصفـة عامـة لمنتجات شـغل السنارة والاقمشة الغـير منسوجة وأقمشـة العبوات والباراشوتات ·

تجهيـز العينـــة

١ ـ تجهز العينـة على شكل قرص دائرى بحيث يكون قطـرها أكبر من القطر الخارجي للحلقـة بمقـدار ٣ بوصـة ٠

٢ ـ تختار العينات من مواضع مختلفة من القماش وتبعـد عن البراسل بمـا لا يقل عن ١ر٠ عرض القماش ٠

٣ ـ لا يقل عدد القطع المختبرة عن خمسة عينـات ٠

ويجرى الاختبار فى الجو القياسى (٦٥ ± ٢٪ رطوبة نسبية ، ودرجة الحرارة ٢٠ ± ٢ºم) ٠

الجهاز ذو الغشاء المطـاط

وصف الجهـاز

يتكون الجهاز كما هو موضح بالشكل (١١٥) من حلقتان تثبت بواسطتها عينة الاختبار باحكام فوق الغشـاء المطاطى الذى يتـم الضغط عليه بواسـطة سائل أو هواء عن طريق مضخة ٠

الاشتراطات اللازمـة للجهـاز

١ ـ يكون سطح الحلقتين من معدن به تجاريف دائرية مركزها هو مركز الحلقة وعمقها ٥ر٠ جم لمنع انزلاق العينـة ٠

٢ ـ يكون القطـر الداخلى للحلقة القابضـة العليـا ٣ + ٠٠٢٥ر٠ سم وتكون الحافة الداخلية غير حادة لتلافى حدوث قطع فى العينة ٠

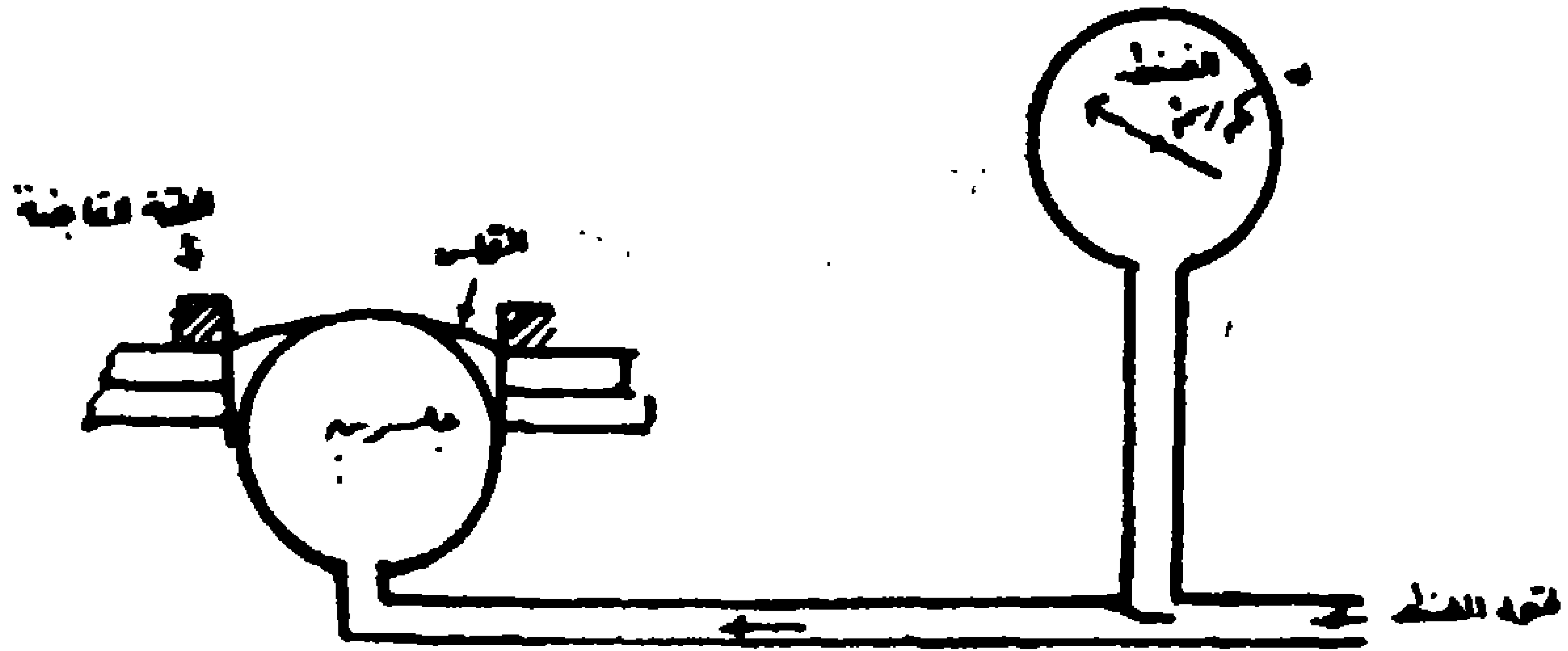
٣ ـ الغشاء المطاط خالى من الشوائب المعدنية ولا يكون هناك انبعاج له وهو مثبت قبل حدوث الضغط عليه ٠

٤ ـ يدار الجهاز بمعدل ثابت للسرعة بحيث يعطى زيادة ثابتة ومنتظمة للضغط الواقع على الغشاء وحتى انفجار العينـة ٠

٥ ـ يثبت على الجهـاز مقياس للضغط مدرج بالكيلو جرام / سم٢ ٠

طريقـة العمـل

تثبيّت العينة بدون شـد وباحكام بين الحلقتين القابضتين ثم يدار الجهاز حتى القطع وتسجل القراءات . ويحسب متوسط هذه القراءات ٠



شـكل (١١٥)

بعض العوامل التى تؤثر على قوة الشد والنتائج المستخلصة من أجهزة الاختبار

هناك بعض العوامل الهامة التى تؤثر على النتائج التى نحصل عليها وهى

١ ـ طـول عينـة الاختبار ٠

٢ ـ سـعة الجهـاز المختبر ٠

٣ ـ تأثير الرطوبة ودرجة الحرارة ٠

٤ ـ التاريخ السابق للعينة المختبرة ٠

٥ ـ شـكل عينـة الاختبـار ٠

ونظرا لاهمية كل عامل من العوامل السابقة فى الحصول على نتائج على درجـة عاليـة من الدقـة يفضل الرجـوع الى المرجـع الاصلى J.E. Booth المذكـور سابقا ٠

تعيين استرجاع الاقمشــة من التجعــد

Determination of the Recovery of Fabric From Creasing

القطن والالياف النباتية الاخرى مثل الكتــان والتيــل وكذلك الاليــاف السليلوزية مثــل النسكوز أكثر قابلية للتجعد والكرمشة من الالياف الحيوانية مثــل الصوف والحرير الطبيعــي ـ لذلك يعالــج القطن ومشتقاتــه كيميائيــا بالراتنجات لمنع حدوث التجعد والانكماش أثنــاء الاستعمال • وهــذا الاختبار خاص بتعيين مقــدار استرجاع الاقمشة من التجعد خاصة للملابس الخارجية التى يجب أن تكون خاليــة تقريبا من أى انكماش ولا يستخدم هذا الاختبار بالنسبة للمنسوجات الرخــوة ولا السميكة •

الاســـــاس

تطوى عينــة مستطيلة من منتصفها وتترك بهــذه الحــالة لزمن محــدد تحت ثقل معين وبعد ازالة هــذا الثقل تقاس الزاوية الموجودة بين ذراعى العينة • ومن أجــل هــذا الغرض تعرف هــذه الزاوية بزاوية استرجاع التجعد •

عينــات الاختبــار

(أ) يجب أن تكون العينة مستطيلة وعرضها لا يقل عن ١ سم ولا يزيد عن ٥ر٢سم وطولها ضعف عرضها •

(ب) لا يجرى الاختبار على أقل من ستة عينات حافتها الصغيرة موازية للسداء وستة عينات أخرى حافتها الصغيرة موازية للحمــة •

(جـ) تقطع العينات للاختبار بحيث تمثل بقدر المستطاع العينة الاصلية وتكون العينات تحت الاختبار بعيدة عن البرسل بما لا يقل عن ٢ بوصة •

تكيف العينات بتكييف مبدئى فى جو رطوبته النسبية لا تزيد عن ١٠٪ ودرجة حرارة لا تزيد ٥٠ءم ثم توضع العينات بجــو التكييف القيــاسى (رطوبة ٦٥٪ ± ٢٪ ودرجة حرارة ٢٠ ± ١ءم) وتختبر بهذا الجو القياسى •

طرق تعيين استرجاع الاقمشة من التجعد

١ - طريقة الكرمشة باليد

تعتبر هذه الطريقة من أكثر الطرق انتشارا وتتلخص فى أخذ عينة أبعادها ٦ × ٨ بوصة وتكرمش بالضغط عليها باليد لبضع دقائق ثم يرفع الضغط ويقدر كمية الثنيات الموجودة فيها بالنظر ٠

الا أن هذه الطريقة ليست دقيقة كما أن الالوان والتصميمات النسجية أو اللونية لها تأثير عند الحكم على العينة بمجرد النظر ٠

وهناك عدة طرق مشابهة مثل ربط قطعة قماش ذات أبعاد على هيئة عقد أو فيونكات وتترك لفترة زمنية محددة وتقدر الثنيات الموجودة بالنظر وكذلك طريقة فولدز (Faulds) والتي تتلخص فى لف قطعة قماش ذات مساحة مناسبة وتوضع فى أنبوبة ويوضع فوقها ثقل معلوم الوزن لفترة زمنية محددة بحيث يضغط على العينة وبعد رفع الضغط تفحص العينة لتقدير الثنيات ٠

وفى الولايات المتحدة تقيم درجة الكرمشة بمقارنة العينة بمجموعة مكونة من صور فوتوغرافية لخامات ذات درجة انفراج مختلفة ولها خمسة درجات للتقييم من ١ الى ٥ بحيث يدل الرقم ١ على وجود تكسيرات ملحوظة جدا أما الرقم ٥ فيدل على وجود تكسيرات خفيفة جدا ٠

٢ - اختبار توتال

يتلخص هذا الاختبار فى أخذ شرائح من القماش أبعادها ٤٠ × ١٠ سم للعينة ثم تثنى كل شريحة بعناية من المنتصف بحيث يصبح أبعادها ٢٠ × ١٠ سم وتوضع العينة بعد ثنيها تحت ثقل قدره ٥٠٠ جرام لمدة ٣ دقائق ويرفع الثقل ثم ترفع العينة بواسطة ملقاط وتعلق العينة على الحامل الخاص فى الجهاز وتترك العينة معلقة لمدة ثلاثة دقائق قبل قياس المسافة بين نهايتى العينة كما تبدو على المقياس المدرج على المرآة أسفل الحامل ويجرى هذا الاختبار لكل من السداء واللحمة ٠

الا أن هـذا الاختبار كان عرضه للكثير من الاخطـاء مثـل وزن وصلابة القماش ، كما أن بعض الاقمشة تستعيد وضعها بصعوبة وتعطى نتائج منخفضة ، كذلك عدم تساوى أطراف العينة بعد ثنيها يؤدى الى اختلافات أثناء قراءة التدريج الموجـود على المرآة أسفل العينـة ٠

٣ ـ الطريقـة الالمانيـــة

تؤخذ عينات أبعادها ٢٠ سم عرض × ٥٠ سم طول ثم تثنى العينة من الثلث تقريبا تبعـا لوزن القماش وتوضع العينـة بعد ثنيها تحت ثقـل قدره ١ كجم لمـدة ساعة ٠ وبعد ذلك يرفع الثقل وتوضع العينـة على سطح مستوى بحيث يستقر الطرف الكبـير على هـذا السطح ويكون الطرف القصـير حر الحركة فى الهـواء وتترك على هذا الوضع لمـدة خمسة دقائق ثم تقاس زاويـة الضلعـين بواسطة منقلة ثم يعـاد قياس الزاوية مـرة أخرى بعد ٦٠ دقيقة ٠

ويتحدد طول الطرف القصير حر الحركة تبعـا لوزن الخامة كالاتى :

أ ـ فى حالة القماش وزن ٥٠ ـ ١٠٠ جرام للمتر يكون طول هذا الطرف ٥ سم

ب ـ فى حالة القماش وزن ١٠٠ ـ ٥٠٠ جرام للمتر يكون طول هذا الطرف ١٠سم

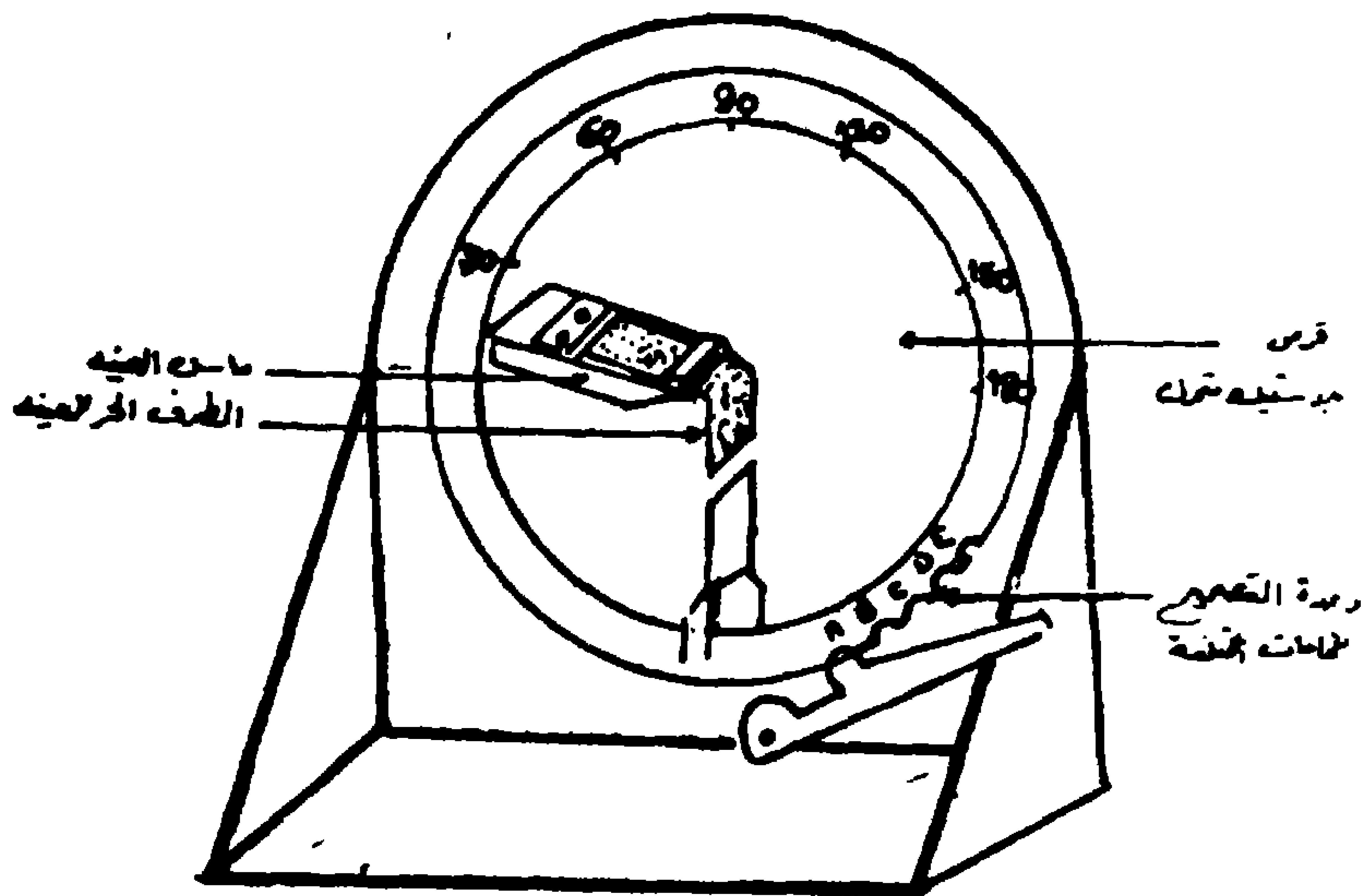
جـ ـ فى حالة القماش وزن المتر المربع أكثر من ٥٠٠ جرام يكون طول هذا الطرف ١٥ سـم٠

٤ ـ طريقة شيرلى ومونسانتو (Shirely and Monsanto)

قام مركز شيرلى بتصميم جهاز لقياس زاوية الانفراج للاقمشة المجهزة ضد الكرمشة بعد كرمشتها بوسائل ميكانيكية ٠

وتتلخص هذه الطريقة فى تعليق أحد أطراف العينة المثنية رأسيا أما الطرف الآخر فيثبت فى فك متحرك أمام منقلة مدرجة بحيث يحتفظ بالطرف الحر رأسى فى الجهاز ٠ وقامت بعد ذلك شركة مونسانتو الكيمائية بتطوير هذا الجهاز لاستبعاد تأثير صلابة القماش ووزنه على النتائج حيث يوجد فى الجهاز وسيلة لتصحيح القراءات (Correction device) للانواع المختلفة من الاقمشة كما فى الشكل (١١٦) ٠

ويستعمل فى هذا الاختبار شريط من القماش أبعاده ٤٠ × ١٥ ويثنى هذا الشريط ويوضع عليه ثقل وزنه ٧٠٠ جرام لمدة خمسة دقائق ٠ ترفع العينة وتوضع فى الجهاز لقياس زاوية التجعد ٠ تحرك الزراع المثبت عليه الطرف الآخر بحيث يظل الطرف الحر معلق رأسيا مواز للخط المخصص لذلك والموجود على الطارة المدرجة ٠



شكل (١١٦)

التعبير عن النتائج

تؤخذ متوسط قيم زاوية الاسترداد للتجعد لكل من العينات باتجاه السداء واللحمة .

تعيين نسبة الانكماش في الاقمشة المعالجة ضد التجعد

لتعيين نسبة الانكماش تؤخذ عينة حوالى نصف متر ويجرى عليها الاختبار كالاتى :

١ - تحدد ثلاثة مسافات بالحبر الثابت فى اتجاه اللحمة وثلاثة مسافات أخرى فى اتجاه السداء أبعاد كل منها ٢٥ سم .

٢ - تغسل العينة فى ماكينة غسيل معملية بدون شد كالاتى :

(أ) غليان لمدة ٤٥ دقيقة فى محلول صابون (٥ر٢ جرام/لتر) وصودا آش (٥ر٢ جرام/لتر) .

(ب) غسيل ماء ساخن لمدة ١٠ دقائق .

(جـ) غسيل ماء بارد لمدة ١٠ دقائق .

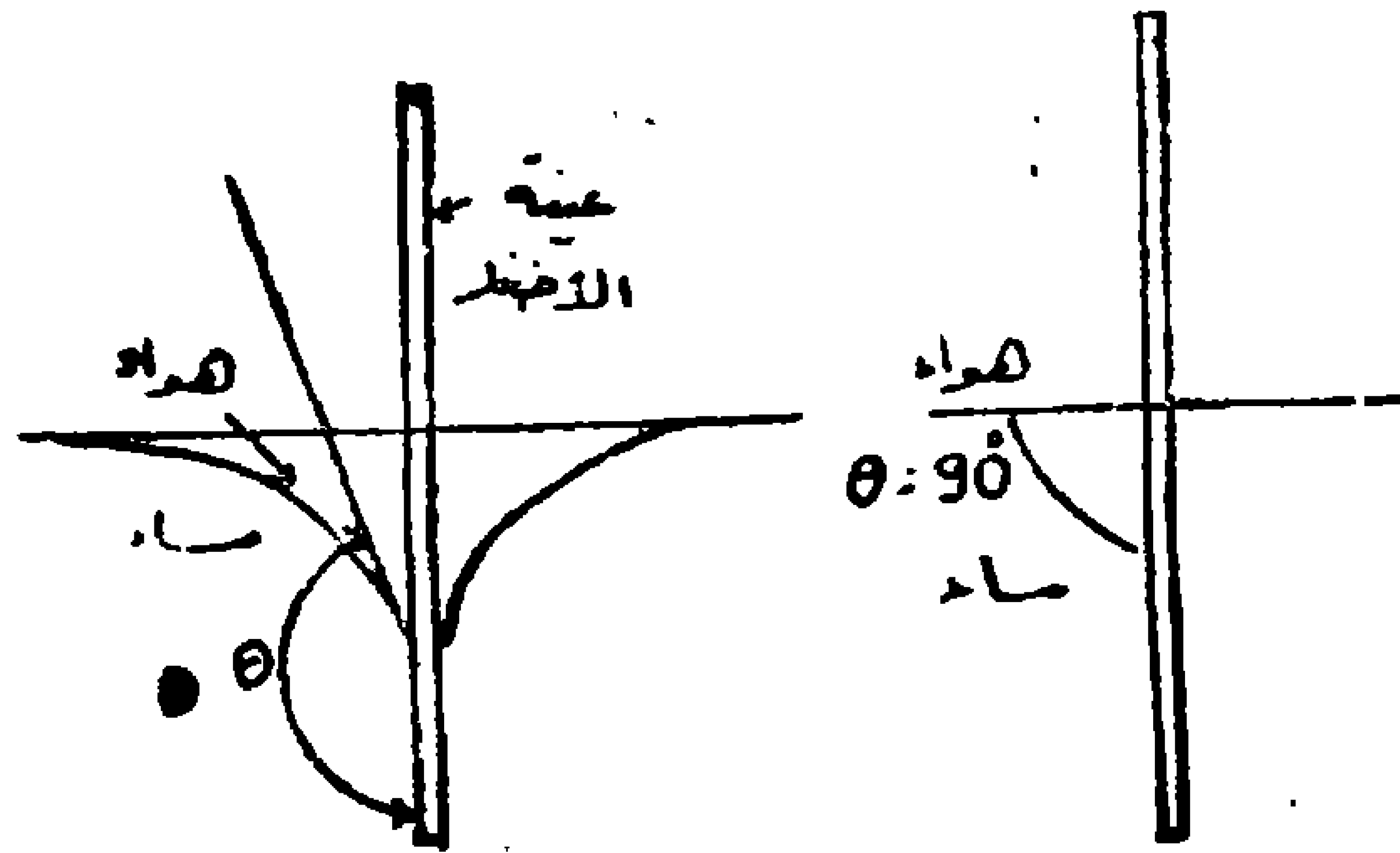
٣ - تجفف بعد ذلك العينة فى الهواء .

٤ - تقاس أبعاد المسافات مرة أخرى وتقدر نسبة الانكماش فى كل من السداء واللحمة .

طـرق اختبـار البـلل
Methods of Testing Wettability

١ - اختبار زمن البلل (The wetting time test)

هـذا الاختبـار قد تطـور عن طريق باكستر وكاس (Baxter and Cassie) نتيجـة لابحاثهما في مجـال طرد المـاء · وتعتمد هـذه التجربة على القاء شريط من القماش راسيا فى تنك مـاء مقطـر عند درجـة ٢٠ºم · عندما يأخذ الشريط فى الانسحاب الى أسفل نقيس الزمن اللازم لذلك ويكون بذلك زمن البلل هو الوقت اللازم لزاوية الالتصاق بين سطح القماش والمـاء لتصل الى ٩٠ºم ، كما فى شكل (١١٧) وتستخدم فى هـذه التجربة عينـة اختبار فى اتجاه السداء وأخرى فى اتجاه اللحمة مقاس كل منهما ٧ × ½ بوصة وتكونا قد تم تكيفهما فى جو قياسى لمـدة ٢٤ ساعة عند رطوبة ٦٥ ± ٢٪ ودرجة حرارة ٢٠ ± ٢ ·



شـكل (١١٧)

وفى سلسلة من الاختبارات وجدت أن هذه الطريقة أكثـر حساسية لتعين التغير فى قابلية البلل بالنسبة للاقمشة الصوفية الثقيلة ، أما بالنسبة للاقمشـة القطنية فان الثلاثـة طرق المستخدمة هـى زمن البـلل ، الرأس الهيدروستيكية والبندسمان وتعطى نفس التقدير تقريبا ·

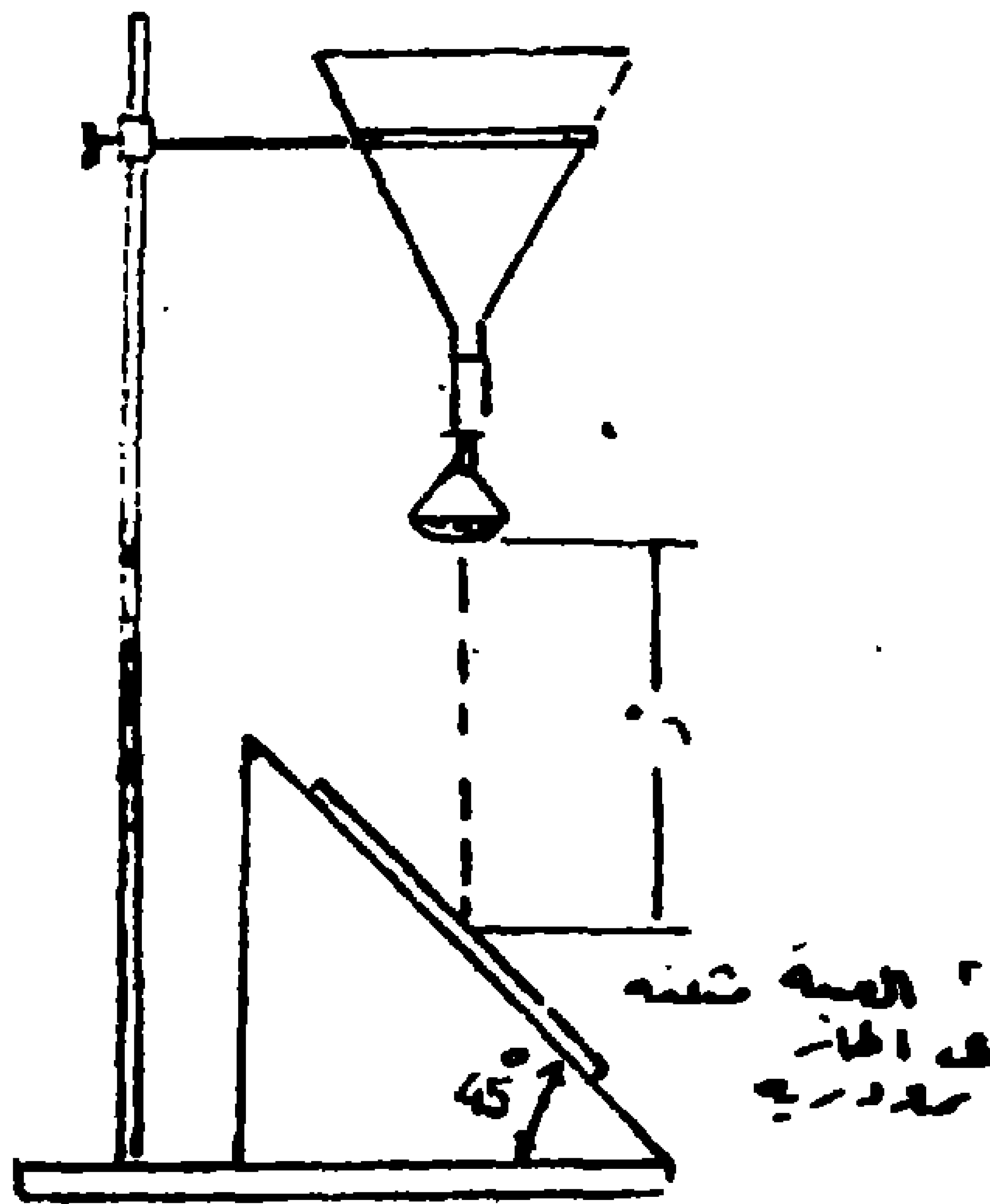
+ Principle of Textile Testing, J.E. Booth, p. 381

٢ ـ ابتلال الاقمشة القطنية (Wettability of Cotton Fabric)

يعتمد هذا الاختبار مرة أخرى على زاوية لتلاصق (Contact angle) والذى تطور بواسطة الهيئة البريطانية لبحوث القطن (Britich Cotton Industry Association) · وتقوم أساسا على وضع قطرة من الماء (١ر٠ محلول سكر) على سطح المنسوج القطنى فى وضع أفقى ويعين الوقت اللازم لتقل فيه زاوية التلاصق الى ٤٥ه · ومقلوب هذا الزمن يسمى « سرعة البلل » wetting velocity) أو البلل (wettabilily) ·

٣ ـ اختبار الرش (او الرذاذ) (The Spray test)

يستخدم فى هذه التجربة دش صغير لرش الماء على العينة مشابه بذلك سقوط المطر ويسقط الماء على العينة المختبرة والمثبتة فى اطار برودريه دائرى قطره ٦ بوصه ومركبة بحيث تصنع مع الماء الساقط زاوية قدرها ٤٥ه كما فى الشكل (١١٨) *·



شكل (١١٨)

ولاجراء هذا الاختبار فان ٢٥٠ سم من الماء عند درجة حرارة ٧٠م تصب بطريقة منتظمة فى القمع · وبعد انتهاء عملية الرش فان الاطار يؤخذ وتتم عملية ازالة الماء من على سطح القماش بضرب حرف الاطار ٦ مرات منتظمة على اى جسم ثم يعكس بحيث نضرب الحرف المقابل للاطار نفس العدد ·

*— Sec B.S. Handbook No. 11, p. 330

تقاس درجة الابتـلال بالاعتماد على العينـة وشكل البقعة · وقد اعتمدت الهيئة الامريكية لكيميائى النسيج والملونيين
(The American Association For Textile Chemists & Colorists)
رسم لقياس الابتلال معتمدا على شكل البقع على سطح القماش وهى كالاتى :

١٠٠ تعنى أنه لا يوجد ابتلال ولا التصاق للمـاء على سطح القماش ·

٩٠ تعنى أنه يوجد ابتلال خفيف ومتفرق على سطح القماش ·

٨٠ تعنى أنه يوجد ابتلال عند نقط التقـاء رذاذ المـاء من فتحـات القمع على سطح القماش ·

٧٠ تعنى أنه يوجد ابتلال جزئى لسطح القماش الكلى العلوى ·

٥٠ تعنى أنه يوجد ابتلال كلى لسطح القماش الكلى العلوى ·

صفر تعنى أنه يوجد ابتلال كلى للسطح العلوى والسفلى ·

ويجب اجراء هذا الاختبار ٥ مرات ويؤخذ متوسط هذه القراءات ويسجل أما المقياس البريطانى فله اتجاه آخر كالاتى :

١ ويعنى ابتلال كامل لكل السطح المرشوش ·

٢ ويعنى ابتلال لاكثر من نصف السطح ·

٣ ويعنى ابتلال السطح فى أماكن متفرقة ·

٤ لا يوجد ابتلال ولكن توجد نقط صغيرة متعلقة على السطح ·

٥ لا يوجد ابتلال أو التصاق لاى نقط على السطح ·

٤ ـ اختبـار التقطـرة أو اختبـار القطـرات النافـذة
The drop test or drop penetration test

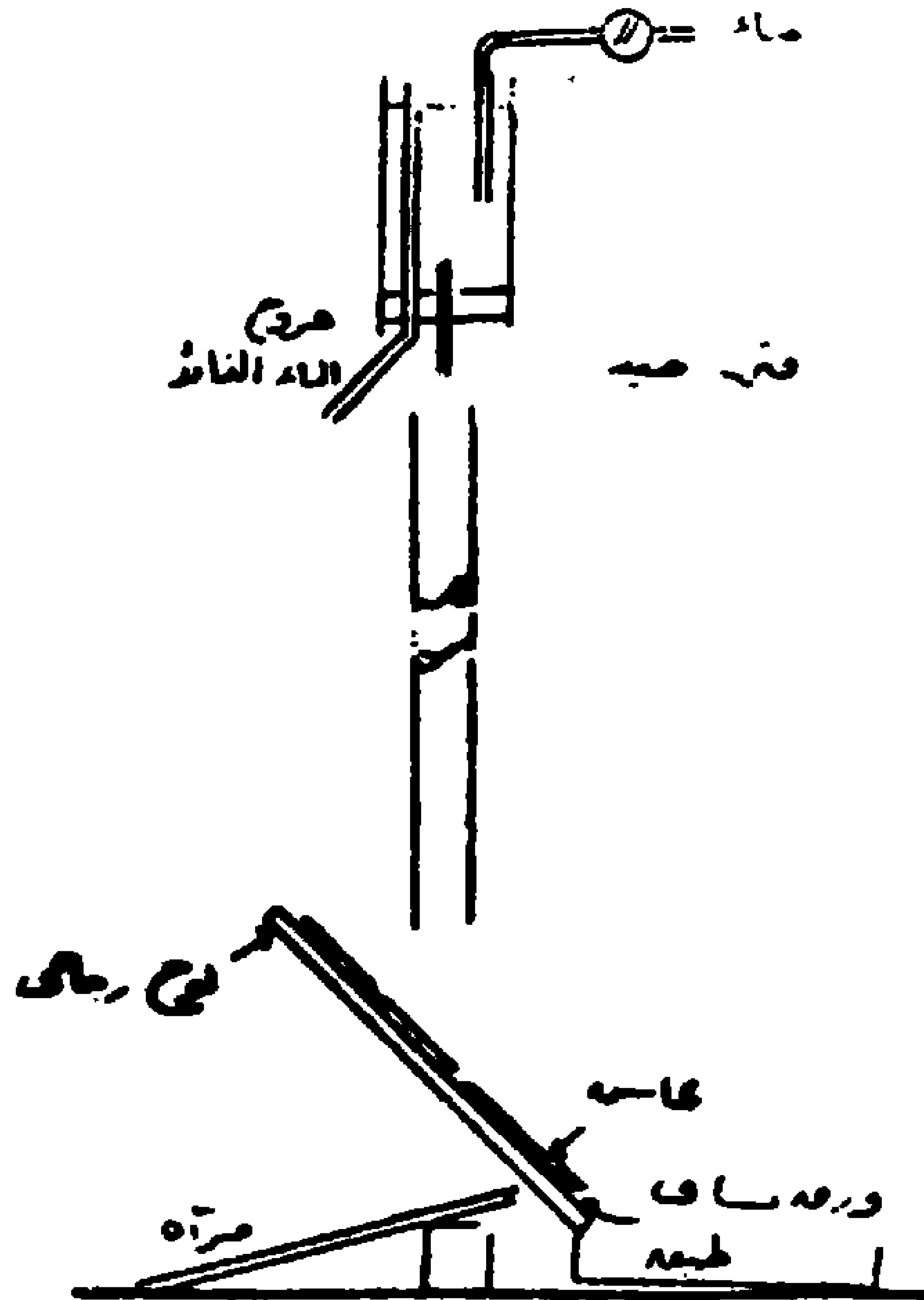
لقد لوحظ فى أولى مراحل البـلل أن قطـرات المـاء تتكور وتتلألأ على القماش وبالوقت يقل هذا التـلألأ ويتبلل القماش · واختبار القطـرة هو عد لعدد القطرات اللازمة للنفاذ من خلال النسيج عندما تكون كل القطرات ساقطة فى نفس المكان ·

والجهاز المستخدم هو بسيط فى تركيبه ولو أن هناك بعض التحسين قد أدخـل عليه من قبل المعامل المختلفة · والفكرة الاساسية هو أن العينة المـراد

اختبارها تدبس على فرخ من النشاف على لوح زجاجي ويوضع على اطـار بزاوية مقدارها ٤٥ْ مع اتجـاه سقوط المـاء · وتسقط النقط من أنبوبـة زجاجية دقيقة لتعطى عدد وحجم ثابت من قطرات المـاء في مـدة ثابتة على أن يكون مستوى سطح المـاء ثابت ومحاطة بسياج زجاجي لمنع تيارات الهـواء ولضمان سقوط القطرات في نفس المكان ·

تستمر تساقط قطـرات الماء حتى نصل الى نقطة النهاية (end-point) وهى التى عندها تتمكن قطـرات المـاء من النفاذ خلال النسيج لتبلل فـرخ النشاف · ويتم رؤيـة ذلك عن طريق مرآة توضع تحت الاطـار لهـذا الغرض - وان كان هنـاك طـرق متعددة لتحديد نقطة النهاية نذكر منها استخدام ورق نشاف معالج بمـادة كيميائية يتغير لونها عند البلل مثل كلوريد الكوبلت الذى يتحول الى اللـون الازرق ، أو باستخدام مجـال كهربى على طرفى ورق النشاف الذى سبق معالجتـه بملـح طعـام ،فعند البلل تتصل الدائرة الكهربائية خلال ورق النشاف ويضىء مصباح دلالة على نقطة النهاية ·

والشكل (١١٩) يوضح الاجزاءالرئيسية فى الجهاز المستخدم ·



شـكل (١١٩)

٥ ـ اختبار بندسمان *Bundesmann Test

يعتبر جهاز بندسمان تطوير للاختبارين السابقين من حيث الفكرة الاساسية وهى تماثل سقوط قطرات المطر . ففى هذا الجهاز يستخدم أكواب خاصة تركب عليها العينات المراد اختبارها ثم تعرض لدش من الماء الساقط من وعاء به عدد كبير من الثقوب منتظمة المسافات والعدد والارتفاع ويتجمع بعد ذلك الماء الذى تمكن من النفاذ خلال العينة فى الاكواب ويقاس حجمه كما تحسب أيضا المياه الممتصة بالعينة .

والدش الذى يسقط منه رذاذ الماء مركب على ارتفاع ١٥٠ سم عن مستوى الاكواب وعدد هذه الاكواب أربعة ثم وضعها بحيث يتم دورانها بسرعة منتظمة وهى ٥ لفات فى الدقيقة . وأثناء الدوران يتم دوران ماسح للسطح الداخلى للعينة ومركب داخل الاكواب ليحدث تأثير مماثل للاحتكاك الذى يتعرض له ، مثلا ، معطف المطر أثناء سقوط المطر وهذا الاحتكاك يسهل عملية إختراق الماء للعينات . وبعد ١٠ دقائق من ادارة الجهاز وبه العينات مثبتة بموضعها ، تسحب العينات ويتم تقدير قيمتين :

(أ) النفاذ (Penetration)

وهو عبارة عن حجم الماء الذى نفذ خلال العينات الى الاكواب الاربعة حيث يتجمع ويقدر حجمه لاقرب مليمتر .

(ب) الامتصاص (Absorption)

وهو كمية الماء التى امتصتها العينة أثناء اجراء التجربة وتعين قيمته بفرق وزن العينة قبل وبعد الاختبار ثم تعين النسبة المئوية ويؤخذ المتوسط للعينات الاربعة لاقرب ١٪ .

ولاجراء هذه التجربة يلزم اتخاذ الاحتياطات اللازمة وهى :

١ ـ أن تكون درجة حرارة الماء من ١٨ ـ ٢٠ .

٢ ـ أن يكون معدل سقوط الماء ٦٢ ـ ٦٨ مليلتر لكل دقيقة على كل كوب .

*B.S. Handbook No. 11, p. 317

٣ ـ أن يكون درجة الاس الهيدروجينى (PH) من ٦ ـ ٨ ٠

٤ ـ أن تكون نقط الماء منتظمة من حيث البعد عن بعضها كذلك وزنها يكون ما بين ٠٧٥ر + ٠٠٥ر حجم ٠

٥ ـ يلزم أن توضع العينات فى جو مكيف لمدة ٢٤ ساعة لتلاشى اختلاف الاوزان كما يتم وزن العينات فى أوانى مغلقة ٠

٦ ـ يتم التخلص من الماء الزائد من على أسطح العينات بضربها ٦ مرات مع امتداد الذراع فى وضع أفقى ٠

تعيين قابلية المنسوجات للاشتعال
The Flammability of Fabric

يستخدم اختبار تعيين قابلية المنسوجات للاشتعال للتعبير عن قابليتها للاشتعال أو مقاومتها له بمعدلات رقمية يمكن بها المقارنة بين الخامات المختلفة أو بين المعالجات المختلفة لنفس الخامة ٠ ويستخدم هذا الاختبار للمنسوجات بجميع تركيباتها التى على شكل سطح مفرود ٠

بعض التعاريف والرموز المتعلقة بالاشتعال

قابلية الاشتعال (Flammable)

القماش القابل للاشتعال هو ذلك الذى ينشر اللهب ، أى الذى يستمر فى الاشتعال بعد ابعاد اللهب المستخدم فى الاشتعال ٠

معدل مقاومة اللهب Flame-resistance Rating (M)

هو الزمن بالثوانى اللازم لانتشار اللهب على مسافة ١٠٠ بوصة لشريط عمودى ٠

الاقمشة المجهزة ضد الاشتعال Flame-Proofing Fabric

هو القماش المقاوم لانتشار اللهب ، أى القماش الذى ينطفىء فيه اللهب بسرعة بعد ابعاد اللهب المستخدم ٠

القماش المقــاوم للاشــتعال Flame-resistant Fabric

هو القماش الذى له معــدل مقاومة اشتعال عالية أى أعلى من ١٥٠ ·

المواد المقاومة للاشتعال بالفطرة Inherently Flame--Proof Material

هى المــواد التى تقاوم الاشتعال بالرغم من أنها لم تتعرض لاى عمليات تجهيز ضد الاشتعال ·

العوامل التى تؤثر على مقاومة الاشتعال

١ ـ الخامــة المستخدمة

تعتمد قابلية الاشتعال للاقمشة على الالياف المستخدمة ، فمثلا الاقمشــة المصنوعة من القطن أو الكتان أو اى ألياف سليلوزية أخرى سريعة الاشــتعال بينما الاقمشــة المصنوعة من الصوف لا تشتعل بسهولة واقمشــة النايلون أو البولى أستر تنكمش من اللهب وتميل الى الاشتعال ·

٢ ـ وزن النســيج

لوحظ أن مقاومة النسيج للاشتعال مرتبط بوزن الخامة والالياف المستخدمة ولكن لكل أنواع الالياف فان الاقمشة الثقيلة لهــا مقاومة اشتعال أعلى · فقــد وجد أن معــدل مقاومة الاشتعال للاقمشة المصنوعة من نفس الاليــاف يتناسب طرديا مع وزنها بالاوقية لكل ياردة مربعة ، فالاقمشــة القطنية وزن ٦ أوقيــة لها معــدل مقاومة اشتعال ضعف نفس القماش وزن ٣ أوقيــة ·

اختبار تعيين اشتعال الاقمشة

استخدمت عدة طرق لتعيين اشتعال الاقمشة القطنية ولكن فى عام ١٩٦٨ اعتمدت الهيئــة البريطانيــة Britich Standard · اختبــار الشريط الرأسى كاختبار أساسى للاشتعال وينص هذا الاختبار على أن معــدل انتشار اللهب يقاس بالمسافة بالمليمترات فى الدقيقة التى يقطعها اللهب من القاعدة الى أعلى المسافة ٩٠٠ مم طول و ٧٥ مم عرض · ويلاحظ الزمن الذى يقطعه بين علامتين بينهما

مسافة ٥٠٠ مم · ويمكن حساب معدل الانتشار من المعادلة الاتيـة :

$$\text{معدل الانتشار} = \frac{٥٠٠}{ن} \times ١٠٠$$

حيث أن ن هو الزمن بالثوانى ·

وهناك بعض المعلومات اللازمة التى يمكن الحصول عليها وهى After flame أى الزمن بالثوانى الذى ينقضى عند أبعاد اللهب المستخدم وانطفا اللهب المنتشر · وكذلك Afler glow وهو الزمن بالثوانى بين انطفاء اللهب وعدم ظهـور أى توهـج ·

اختبار الشريط الراسى

١ ـ الاســاس

يعلق شريط مـن القماش الذى سبق وضعه بتكييف رأسيا وتحرك النهاية السفلية بطريقة قياسية ثابتة ويلاحظ زمن سريان اللهب فى النسيج ·

٢ ـ الاجهــزة

(أ) وسيلة للحصول على جو مكيف مناسب للاختبار ·

(ب) اطار مستطيل رأسى ارتفاعه ٦ أقدام و ٦ بوصات وعرضه لا يقل عن واحد قدم ، ويحتوى على ماسك يمكن تعليق العينة رأسيا وتوجد مؤشرات أفقيـة مثبتة على بعد ١١ بوصة ، ٦١ بوصة من الماسك بحيث تكون خلف القماش بحوالى ١ بوصة ·

(جـ) موقد بنزن له أنبوبة قطرها ٣/٨ بوصة ·

٣ ـ التكييف وجـو التجربة

(أ) **التكييف** : قبل اجراء التجربة تكيف العينات لمدة ٢٤ ساعة فى جـو درجة حرارته ٢٠ ± ٢ ، ودرجة الرطوبة النسبية ٦٥ ± ٢٪ ويجب اختبار العينة قبل مضـى دقيقتين على اخراجهـا من غرفة التكييف ·

(ب) **جو التجربة** : تجرى التجربة بغرفة ليس بها تيارات هواء ودرجة رطوبته النسبية ما بين ٢٠٪ – ٨٠٪ ودرجة الحرارة ما بين ١٥ – ٣٠ ·

٤ – عينات الاختبار

تجهز عينات الاختبار بحيث تكون ٦ أقدام طول و ٥ر١ بوصة عرض واذا لم يتمكن الحصول على عينة قطعة واحدة طولها ٦ أقدام فيمكن أن نأخذ أجزاء ونحيكها لنحصل على الطول المطلوب على ألا تزيد عدد الاجزاء عن خمسة ·

تعيين نوع العينة المختبرة

قبل قطع العينات لاجراء الاختبار الاساسي نقوم باختبارات تمهيدية أى نوع من العينات تعطى أعلى معدل للاحتراق وتجرى هذه الاختبارات كالاتى :

١ – نسيج غير موبر : تختبر عينتين واحدة فى اتجاه السداء والاخرى فى اتجاه اللحمة ·

٢ – نسيج موبر : تحضر عينتين فى اتجاه السداء وتختبر واحدة بجعل اتجاه الوبرة الى أعلى والاخرى الى أسفل وتكرر نفس الاختبار فى اتجاه اللحمة·

تحضير العينات للاختبار القياسى

تقص ٦ عينات من النوع السابق شرحه بالاختبارات التمهيدية لتعطى أعلى معدل احتراق ثم تكيف حسب الشروط السابقة ولا يجب أن تحتوى العينات على أجزاء من البرسل ·

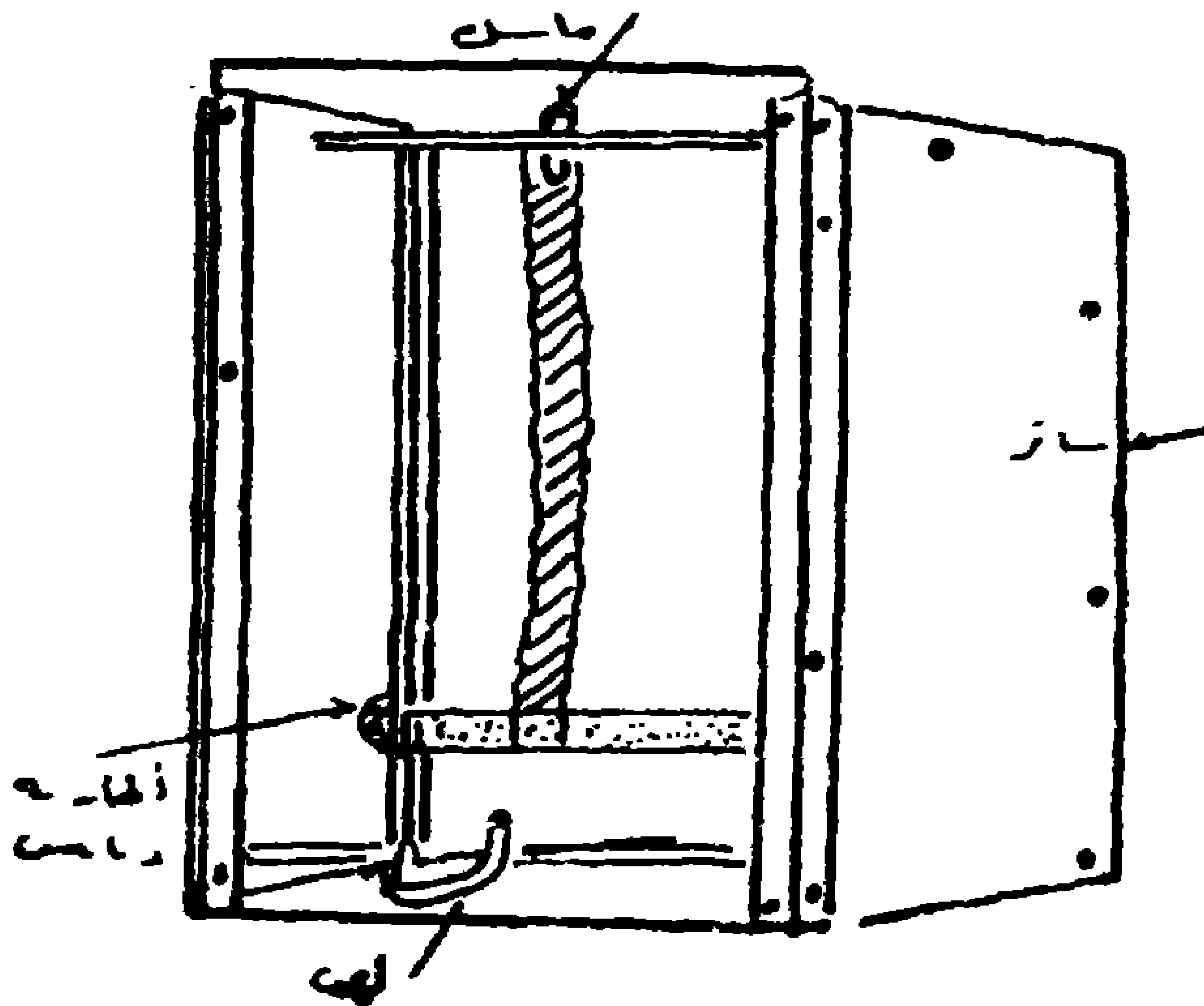
خطوات التجربة

يوضع الجهاز شكل (٢٠-١) بغرفة بعيدا عن تيارات الهواء وتعلق العينة بالماسك رأسيا أمام المؤشرات الافقية بمساحة ١ بوصة وبحيث تكون الحافة السفلية للعينة تحت المؤشر الرأسى بمسافة ١٠ بوصة يغلق صمام الهواء لموقد بنزن تماما ويضبط صمام الغاز ليعطى لهبا مضيئا طوله ٥ر١ بوصة يوضع

موقـد بنزن بموضعه بحيث تكون قاعدة اللهب تحت منتصف الحافة السفلية للعينة بمسافة ١ بوصة ،يرفع الموقـد بعد ١٢ ثانية من وضعه للعينـة ·

اذا لم يشتعل النسيج أو انطفأ قبل أن يمـر الجزء السفلى بالمؤشر الاسفل فتضع عينة أخرى بالماسك ، فاذا مـر الجزء السفلى للهب على المؤشر الاسـفل فنلاحظ الزمن لاقرب ٢ر٠ ثانية لمـرور اللهب من المؤشر الاسفل الى المؤشر الاعلى·

أما اذا مـر اللهب من المؤشر الاسفل ولكنه لم يصل الى المؤشر الاعلى فليس من الضرورى ملاحظة الوقت فى هذه الحالة وتكرر هـذه الطريقـة حتى يتم اختبار العينات الستة كلها ·



شـكل (١٢٠)

حسـاب النتائـج

اذا لم يحترق النسيج فى العينات الستة أو انطفاء اللهب قبل أن يتمدى المؤشر الاسفل فتكون النتيجة (اللهب لم ينتشر) ·

اذا مر اللهب من المؤشر الاسفل ولكنه فى كل الحالات لم يصل الى المؤشر الاعلى فالنتيجة تكون (ذاتى الاطفاء) ·

أما اذا وصل اللهب الى المؤشر العلوى فى أى عينة فنحسب لها معدل مقاومة اللهب من العلاقة :

معدل مقاومة اللهب = ٢ x ت

حيث ت = الزمن بالثوانى لانتشار اللهب من المؤشر السفلى الى المؤشر العلوى .

ومن النتائج التى تم الحصول عليها يحسب متوسط النتيجة وتسمى هذه النتائج معدلات مقاومة اللهب للنسيج وتقرب النتيجة الى أقرب رقم صحيح .

الفصـــل الثـــالث

اختبـــارا الثبـــات للاقمشة المصبوغة

هناك العديد من الصبغات التى يمكن أن تستخدمفى الحصول على اللــون المطلوب ولكن اختيار نوع واســم الصبغــة التى ســوف تستخدم فــى صباغــة المنسوج تتوقف على مدى ثباتها ومقاومتها للعــوامل المختلفة التى قد يتعرض لها المنسوج أثنـــاء التشغيل والاستعمال ٠

وهناك العديد من العوامل المختلفة التى وضعت لقياس درجة ثبات المنسوج المصبوغ كل منها لتعيين مقاومــة اللــون لواحد من هذه العوامل وهــذه يمكن تقسيمها الى معالجات مائيــة وغير مائيــة – الاولى وتشمل عمليات البلل مثــل الغسيل بالصابون أو بالماء فقط وأيضا محاليل التبييض والاحماض والقلويات والعــرق ، أما المعالجــات الغــير مائيــة فتشمل الاحــتكاك والتعرض للضــوء والحرارة الجافة مثل الكى ٠

ودرجة الثبات يمكن الدلالة عنها بالارقام من ١ الى ٥ ، فالرقم ١ يمثل الاقــل ثبات والرقم ٥ يمثل الاعلى ثبات (بالنسبة لثبات الضوء ، فالاعلى ثبات يمثل بالرقم ٨) وهنــاك كذلك تدريج وسط مثل ١ – ٢ ، ٢ – ٣ ٠٠٠ الخ ويستخدم لتعيين درجة الثبات المقياس الرمادى (Grey Scale) ٠

ويستخدم عادة مجموعتين من المقاييس الرمادية احداهمــا لتعيين التغيير فى اللون (أو درجة فقد اللون) للخامــة المصبوغة والآخر لتعيين مدى تبقيع اللون على القماش الابيض ٠

ومن الاختبارات الهامــة التى تجــرى على المنسوج المصبوغ اختبار الغسيل والضــوء ٠

ثبـــات الغســيل

بالنسبة لاختبار ثبات الغسيل فان اذابة الصبغة وحركتها من الخامة الى المحلول فى وجود الصابون (أو أى مادة ذات نشاط سطحى صناعى) لاى درجة من القلوية هــى العوامل التى تحــدد ثبات الغسيل ، فالصبغــات التى ترتبط

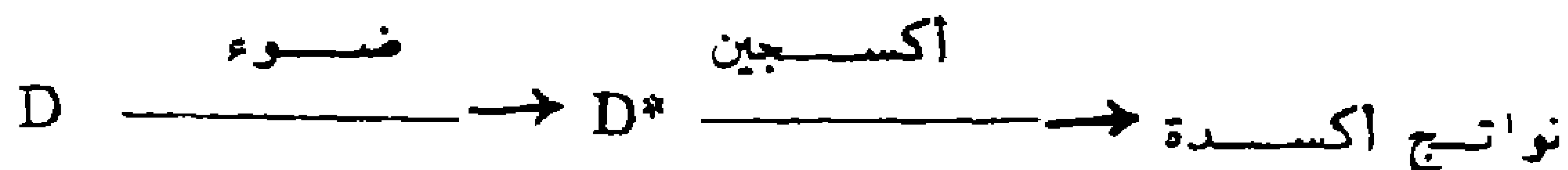
كيميائيا بالشعرة (مثل الصبغات النشطة) أو التى تكون جزئياتها غير ذائبة فى الشعرة وشحيحة الذوبان فى محلول الصابون (مثل صبغات الاحواض) لها أعلى درجة ثبات ، أما الصبغات التى تذوب فى الماء فانها عادة تكون أقل ثباتا ولكن معدل اذابتها فى الصابون يتوقف على حجم وتركيب الصبغة ، ولما كان الاختبار يجرى لفترة محددة وثابتة فان كمية الصبغة التى ينقدها المنسوج المصبوغ (أى الثبات) يعتمد على المعدل التى ينضح به (bleed) من الشعرة تحت ظروف قلوية خفيفة وهذا المعدل يتوقف على تركيب جزيئات الصبغة وبالذات بعدد المجموعات الانيونية فى التركيب والتى تسبب الاذابة مثل مجموعة السلفونيك ($-SO_3-$) والى حد ما بالوزن الجزيئى ·

وكلما كبر عدد المجموعات الانيونية فى التركيب الجزيئى كلما زادت قدرة الصبغة على الاذابة فى محاليل الغسيل ·

ثبات الضوء

أما ثبات الضوء أو مقاومة تحلل الصبغة أو بهتانها (Fading) عند التعرض للضوء فانه يعتبر من أكثر التفاعلات المعقدة التى تحدثها الصبغة على الشعرة ، ولقد تركزت العديد من الابحاث لمعرفة السر وراء ذلك ، وسوف نتعرض بالتلخيص لنتيجة هذه البحوث · فالملاحظ أن كل الملونات العضوية تبهت عند التعرض للضوء فى حين أن الملونات غير العضوية من العسير أن تتأثر ·

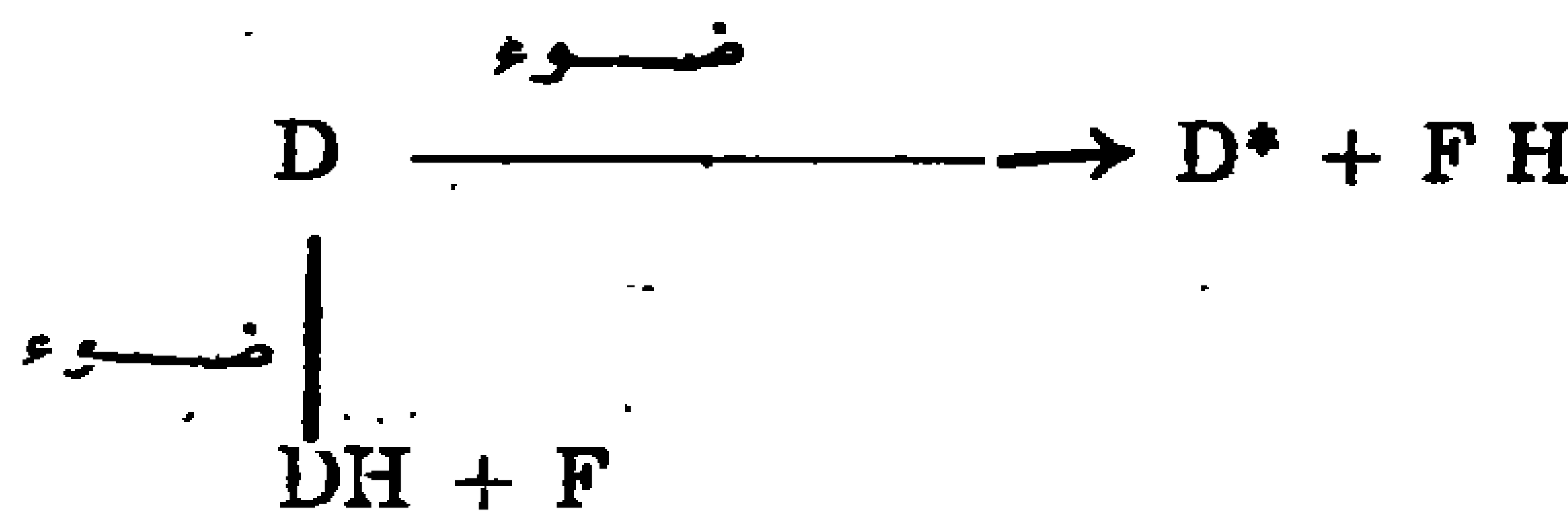
والمعروف أن الطاقة فى صورة ضوء تمتص بواسطة الصبغة ويصبح جزء من جزيئاتها فى حالة غير ثابتة ـ أى فى حالة اثارة (exited State) وتحت هذه الظروف فان الصبغة قد تتفاعل مع المواد المجاورة لها مثل الاكسجين أو الهواء وفى بعض الاوقات مع الشعرة نفسها وينتج عن ذلك أن تتحلل وتفقد لونها ويمكن التعبير عن ذلك كما فى المعادلة :



حيث أن D , D* تمثل جزىء الصبغة فى الحالة العادية وحالة الاثارة على التوالى · وعندما تمتص الصبغة الضوء فانه فى أى لحظة توجد نسبة ضئيلة جدا من الصبغة هى فقط التى تتحلل بينما البقية تتلخص من الطاقة الممتصة على هيئة حرارة غير ضارة ·

وحالة الاثارة الاولية على جزء الصبغة هي احدى حالات التفاعلات الضوئية ، وتحلل الصبغة نتيجة للتنشيط الضوئي الذى يحدث هو الاكسدة **(Oxidation)** ومع ذلك ففي بعض الاحيان يحدث اختزال (reduction) عندما تتأكسد الشعرة نفسها . والقليل معروف عن هذه التفاعلات الا فى حالة صبغات الازو حيث يلاحظ تحلل رباطات الازو أولا . وأولى نواتج تحلل اللون **(Fading)** هو الكينون (Quinone) بتدرجا ذى اللون من عديم اللون الى البنى وقد يتبعها تحلل الى الحالة الغازية . ولسوء الحظ فان الربط بين سهولة الاكسدة لدى الصبغة وقابليتها لتحلل اللون أو البهتان ليس أمرا هينا .

وبجانب فقد لون الصبغة الحقيقى ، فان الضوء فى بعض الاحيان يمكن أن يسرع وبدرجة كبيرة فى فقد متانة الخامة نفسها ففى بعض الصبغات القليلة ، خاصة بعض الصبغات الصفراء والبرتقالية من صبغات الاحواض ذات ثبات الضوء العالى ، قد تسبب تفكك كامل للقطن أو الفسكوز بعد تعرضه للضوء لفترات قليلة أو قد تسبب أن بعض الصبغات الثابتة عندما تخلط بها أن تتحلل أو تبهت فى حين أنها نفسها لا تتأثر ، وهذا التأثير يعرف (Catalytic Tendering and fading) والتفاعل العام لهذه الظاهرة يكون كما فى المعادلة :



حيث أن D , D* هما الصبغة العادية والثارة على التوالى كما سبق ، FH هو الجزىء المستقبل (acceptor molecule) أى أنه اما يكون الخامة أو جزىء صبغة أخرى وبالتالى فالنتيجة النهائية أنه لا يوجد تغير فى الصبغة الاولى ولكن التغير يحدث للجزىء المستقبل والذى ربما يكون تفكك الخامة أو تحلل الصبغة الثانية . وهناك احتمال آخر لهذا التأثير يعتقد أنه يرجع الى تكوين آثار من ماء الاكسجين بتأثير الضوء على الصبغة فى وجود الرطوبة وهناك عدة صبغات **Fugitive** تشغل الصبغات القاعدية ، ممكن ايضا أن تسبب هذا التأثير .

الاعتبارات الاساسية فى اختبارات تعيين درجات الثبات

١ ـ نوع الخامة تحت الاختبار

لاختبار ثبات عينات مصبوغة من الاقمشة القطنية تأخذ عينة من خامة مخالفة مثل الصوف على أن يكون لهما نفس طريقة النسيج المستوية ولا يكون هناك أى تعرجات أو زخارف وأن تكون هذه الاقمشة خالية تماما من أى مادة كيميائية وأن يكون وزن المتر المربع فيها يتراوح بين ١٠٠ الى ١٥٠ جرام ٠

٢ ـ عمق اللون

تجرى كل تجارب الثبات عند العمق الاساسى المتعارف عليه بالنسبة لكل صبغة (١/١) وكن فى حالة تجارب الثبات للضوء يمكن أن تجرى تجارب عديدة عند أعماق مختلفة اللون (١/٢) ، (١/٣) ، (١/٦) ،(١/١٢) (١/٢٥) من العمق الاساسى ٠

٣ ـ القياس الرمادى القياسى (Standard Grey Scale)

يستخدم هذا القياس لتقدير مدى الاختلاف فى اللون عند اجراء اختبار درجات ثبات الخامات المصبوغة وهناك أيضا القياس الرمادى لتعيين نضوح اللون على العينة البيضاء ويقسم القياس الى خمسة تدريجات عدا فى حالة تعيين ثبات الضوء فانه مقسم الى ثمانية تدريجات كما سوف يأتى فيما بعد ٠

٤ ـ تحديد نتائج الثبات

كل نتائج الثبات تقدر بدرجات من ١ ـ ٥ ، كما سبق ، بحيث تعطى رقم ١ أقل درجات الثبات بينما يعطى رقم ٥ أعلاها ، وبالنسبة لدرجات الثبات للضوء فتقدر بدرجات من ١ ـ ٨ ويدل رقم ١ على أقلها ثابتا ، ورقم ٨ على أعلى درجات الثبات للضوء ٠

٥ ـ شروط استخدام المواد الكيميائية والماء فى تعيين درجات الثبات للضوء

يجب التاكد من نقاوة أى مادة كيميائية مستخدمة فى تحديد درجات الثبات وكذلك التاكد من أن الماء المستخدم متعادل ٠

١ - تعيين درجات الثبات ضد الضوء (*) (Light Fastness)

الغرض من هذا الاختبار هو تعيين مقاومة الخامات المصبوغة فى أشكالها المختلفة لتأثير ضوء النهار . وقد حددت جمعية الصباغين والملونين بانجلترا ٨ أصباغ مختلفة لتكون أساسا ثابتا تقارن به الخامات المصبوغة عند بحث درجة ثباتها ضد الضوء وكلها مصبوغة على الصوف بنسبة ثابتة محفوظة فى المعهد البريطانى للمقاييس الثابتة (Britich Standards Institution) .

والترتيب التالى هو حسب الزيادة فى درجة الثبات - أى أن أضعفها ثباتا هو رقم ١ وأكثرها ثباتا رقم ٨

1 — Acilan Brill Blue FFR (Bayer) C.I Acid Blue 104

2 — Acilan Brill Blue FFB (Bayer) C.I Acid Blue 109

3 — Coomassie Brill Blue R (I.C.I) C.I Acid Blue 83

4 — Supramin Blue EG (Bayer) C.I Acid Blue 121

5 — Solway Blue RN (I.C.I) C.I. Acid Blue 47

6 — Alizarine Light Blue 4 GL (Sandoz) C.I Acid Blue 23

7 — Soledon Blue 4 BC powder (I.C.I) C.I. Solubilised Vat Blue 5

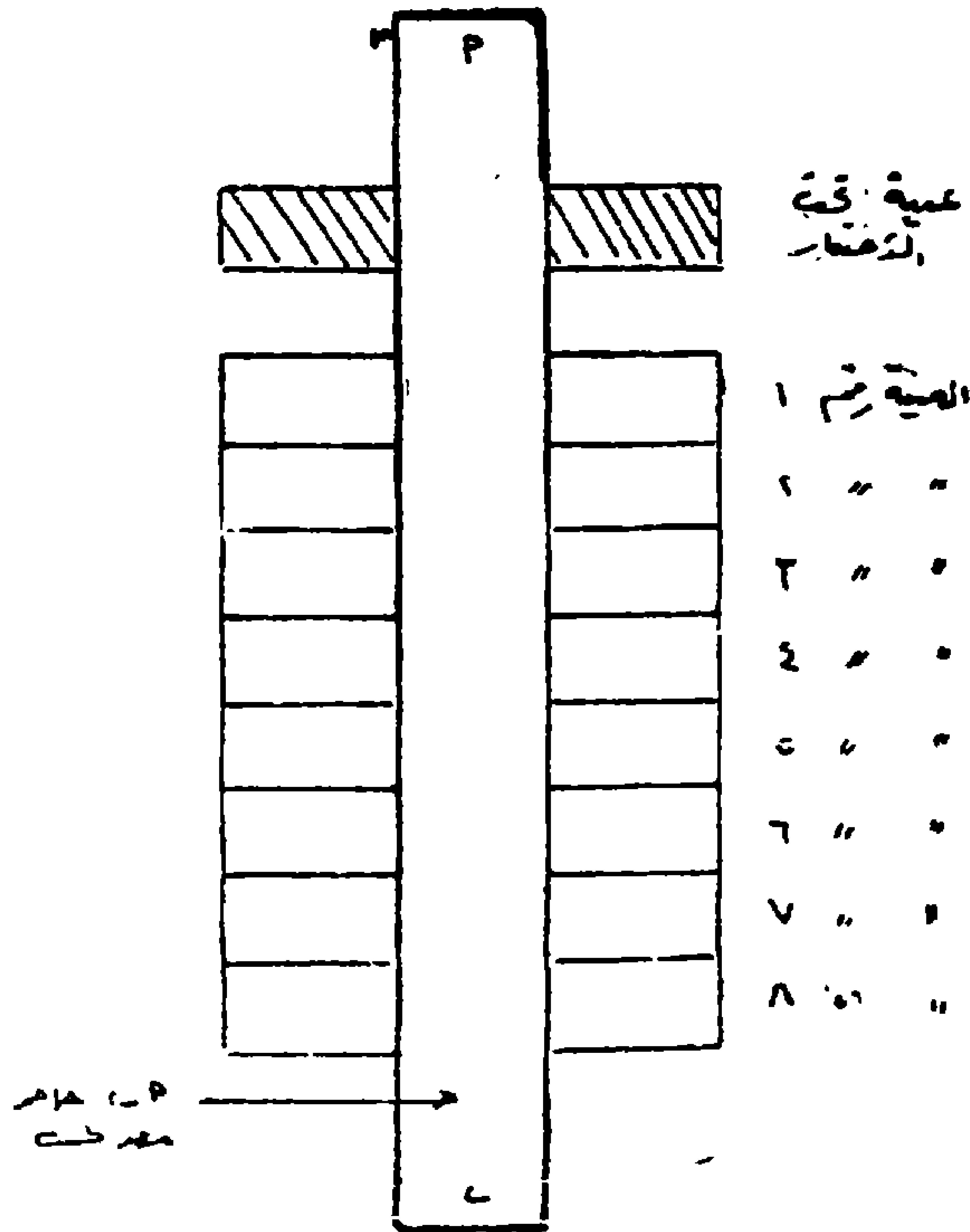
8 — Indigosol Blue AG 6 (Dur. & Hug) C.I. Solubilsed Vat Blue 8

*ISO Recommendation R. 105, Part 2

ويتم الاختبارات كالاتى :

تقطع قطعة من التماش المصبوغ المراد تعيين درجــة ثباتها مع ٨ قطع من العينات الثابتــة ، والتى يمكن الحصول عليها من المعهد البريطانــى للمقاييس الثابتــة (*) وتثبت هذه العينات فى لوحة خشبية مغطاه بلوح زجاجى وتوضع اللوحــة بزاوية ميــل تدرها ٤٥ه مواجه للضوء مع أخذ الحيطة لعــدم وقوع ظلال من الاشياء المجاورة على العينات المعروضة ٠

ويلاحظ أول تغيير فى لون الخامة المصبوغة الموضوعة تحت الاختبار وعند ذلك قارن هذا التغيير بالاختلاف الناتج فى النماذج الثمانية المعروضة معها ، فاذا حدث مثــلا تغيير فى ثلاثة منهــا فقط وبدأ التغيير فى رقم ٤ أيضا ، دل ذلك على أن الخامــة المصبوغة تحت الاختبار لهــا درجة ثبات ضد الضوء مقدارها ٤ وهكذا ٠ والشكل (١٢١) يوضح كيفية وضع عينة الاختبار بالنسبة للعينات القياسية ٠



شــكل (١٢١) أ ـ ب ـ حاجز معدنى ليقى جزءا من العينات المعروضة من الشمس فيساعد على المقارنة

٢ ـ تعيين درجات الثبات ضد الغسيل

الغرض من هذا الاختبار هو تعيين مقاومة الخامات المصبوغة فى أشكالها وأنواعها المختلفة لتأثير عمليات الغسيل المتكررة بالصابون .

١ ـ تعيين درجات الثبات للغسيل

تقاس مساحة ١٠ × ١٠ سم من القماش المصبوغ وتغطى لنصفها من كلا الجانبين بقماش أبيض ثم يغمر فى محلول نسبة ٥٠ : ١ ، وتجرى على الخامات المصبوغة أربعة اختبارات بغسلها فى ٤ محاليل مختلفة التكوين والتركيز وذلك على النحو التالى :

الاختبار رقم ١ :

محلول للغسيل يتكون من ٢ جرام/لتر صابون عند درجة ٤٠ م لمدة ٣٠ ق وهذا يماثل عملية غسيل منزلية بسيطة .

الاختبار رقم ٢ :

يستخدم نفس المحلول السابق ولكن عند درجة ٦٠ م لمدة ٩٠ ق ، وهذا يماثل ما ينتج عن ٤ غسلات منزلية .

الاختبار رقم ٣ :

محلول يتكون من : ٥ جرام / لتر صابون متعادل
٢ جرام / لتر صودا آش

ويتم الاختبار عند درجة ٩٢ م لمدة ٣٠ ق ، ويماثل هذا عملية واحدة للغسيل تحت ظروف قاسية .

الاختبار رقم ٤ :

يستخدم نفس المحلول السابق رقم ٣ وانما لمدة ٤ ساعات ، ويماثل هذا ٥ عمليات للغسيل تحت ظروف قاسية .

تفحص كل من الخامة المصبوغة والقماش الابيض وتقسم درجات الثبات عقب ذلك على النحو التالى :

القماش الابيض	الدرجة
ملون تلوينا كبير	١
ملون تلوينا ضئيلا	٣
غير ملون	٥

مواصفات الصابون المستخدم

يستخدم صابون لا يحتوى على أكثر من ٥٪ رطوبة ويخضع للمواصفات الاتية والمبينة على الوزن الجاف :

قلوى حر محسوب على أساس كربونات صوديوم لا يزيد عن		٣ر٠٪
قلوى حر محسوب على أساس هيدروكسيد صوديوم لا يزيد عن		٣ر٠٪ .
المواد الدهنية الكلية	لا تقل	٨٥٪
درجة التيتر (Titre) لخليط		
الاحماض الدهنية المحضر منها الصابون		٣٠°م

٣ - تعيين درجة المقاومة ضد الاحتكاك (*) (Rubbing Fastness)

الغرض من هذا الاختبار هو تعيين مقاومة الخامات المصبوغة للاحتكاك وتبقيع (Staining) الخامات المجاورة .

ويلزم اجراء اختبارين أحدهما احتكاك بخامة جافة (dry rubbing) والآخر بخامة مبللة (wet rubbing) .

والخامات تحت الاختبار تحك بقطعة من قماش قطن أبيض غير مصبوغ وجاف أو مبلل حسب التجربة ، والتبقيع الناتج على العينة البيضاء يقيم حسب المقياس الرمادى .

---

*ISO Recommendation R. 105, Part 18

يستخدم فى هذا الاختبار جهاز الكروكوميتر (Crock meter) أو أى جهــاز مماثل ٠

وتقاس هــذه الدرجة بتثبيت العينــة المــراد تعيين احتكاكهــا على ذراع تتحرك ذهابا وايابا لتحتك بتغذية القماش الابيض ٠ وهناك عداد صغير يبين عدد الاحتكاكات والتى عادة تكون ١٠ مسارات ٠ وتقارن بعد ذلك أثر التبقيع الناتــج على العينــة البيضاء بالقياس الرمادى القياسى (Standard Grey Scale) وهو عادة مدرج من ١ : ٥ ، والعينــة ذات التبقيع الشديد تأخذ درجة ثبــات للاحتكاك ١ ، وتتزايد هــذه الدرجة مع تحسين درجة الاحتكاك حتى تصل الى احتكاك ممتاز أى بدون أى تبقيع وتكون درجة الثبات فى هذه الحالة ٥ ٠

٤ ـ تعيين درجــات الثبات ضد العرق
(Fastness to Prespiration)

الغرض من هذا الاختبار هو تعيين مقاومة المصبوغات للعرق ٠

ويتم هــذا الاختبار بمعالجة العينة المطلوبة فى وجود قطعة قماش قطن أبيض غير مصبوغ وملاصقة للعينة فى محاليل الاختبار ، وتؤخذ العينة مع الخامة الملاصقة فى جهاز العرق (Perspirometer) أو جهاز مماثل ٠ يجفف بعد ذلك كل من العينــة والخامة الملاصقة ، كلا على حده ، وتغيير اللــون فى كل من العينــة والتبقيع الناتج فى العينــة البيضــاء يقيــم حسب القياس الرمــادى القياسى ٠

الاجهزة والمــواد الكيميائيــة المطلوبة

١ ـ جهــاز العــرق أو جهاز مماثل

٢ ـ فرن ثابت عند درجة حرارة ٣٧ ± ٢°م

٣ ـ محلول حديث التحضير يحتوى على :

٥ جرام كلوريد الصوديوم

٥ر٢ ثنائى صوديوم هيدروجين أورثو فوسفات (disodium hydrogen orthophosphate)

فى كل لتر وتضبط درجة الاس الهيدروجينى عند ٨ بواسطة محلول ١ر٠ عيارى هيدروكسيد صوديوم وذلك لاختبار العرق القلوى ٠

٤ ـ محلول حديث التحضير يحتوى على المكونات السابقة ولكن بدلا من ثنائى صوديوم هيدروجين أورثوفسفات يضاف ٢ر٢ جرام آحادى صوديوم ثنائى هيدروجين أورثوفسفات لكل لتر . وتضبط درجة الاس الهيدروجينى عند ٥ر٥ باستخدام محلول ١ر٠ عيارى هيدروكسيد صوديوم ، وذلك لاختبار العرق الحامضى ٠

٥ ـ قطعتين من نفس الخامــة المصبوغة وهى القطن أما الثانية فتكون صوف ٠

٦ ـ المقياس الرمادى القياسى لتقييم التغيير فى اللون والتبقيع على القماش ٠

خطـوات التجربــة

١ ـ تحاك العينة بين قطعتين من القماش السابق ذكرهما ، احداهما من نفس اللــون والاخرى من قماش مخالف ٠

٢ ـ تبــلل عينــة الاختبار جيدا فى محلول عند درجة أس هيدروجينى ٨ فى محلول نسبته ٢٠ : ١ ، وتترك فى هذا المحلول عند درجة حرارة الغرفة ، ويفرغ المحلول وتوضع عينــة الاختبار بين لوحــين من الزجــاج بمقاس ٥ر٧ × ٥ر٦ سم تحت ثقل ٥ر٤ كجم ٠

٣ ـ تعالج عينــة اختبار أخرى بنفس الطريقة ولكن فى محلول درجــة الاس الهيدروجينى ٥ر٥ ٠

٤ ـ يوضع الجهاز الذى يحتوى على عينات الاختبار فى فرن لمــدة ٤ ساعات عند ٣٧ ± ٢ºم ٠

٥ـ تفصل العينة من قطع القماش الغير مصبوغة وتجفف فى الهواء عند درجة حرارة لا تزيد عن ٦٠ºم ٠

٦ ـ ويقيم التغيير فى اللون والتبقيع الناجــم بالمقارنة بالمقياس الرمادى ٠

٥ ـ تعيين درجات الثبات للتبييض فى حمام هيبوكلوريت
Colour Fastness to Bleaching with Hypochorite

الغرض من هـذه التجربة هو تعيـين مقاومـه الخامـة المصبوغة فى كل الاشكال لحمامات التبييض التى تحتوى على صوديوم أو كالسيوم هيبوكلوريت ·

وتتم التجربة عن طريق تقليب العينة فى محلول هيبوكلوريت ، تشطف فى الماء ، ثم تقلب فى محلول مـاء أكسجين ، تشطف وتجفف ، والتغير فى اللون يقيم بالمقارنة بالمقياس الرمادى القياسى ·

الجهاز والمـواد الكيميائية المطلوبة

١ ـ محلول هيبوكلوريت صوديوم حديث التحضير يحتوى على ٢ جرام كلور متاح لكل لتر عند درجة أس هيدروجينى ١١ ± ٠٢ر بواسطة ١٠ جرام كربونات صوديوم غير مائـى لكل لتر وعند درجـة حرارة ٢٠ ± ٠٢ر٠م وزن المحلـول المستخدم يجب أن يكون ٥٠ مـرة من وزن العينـة ·

هيبوكلوريت الصوديوم المستخدم يجب أن يكون كالترتيب الاتى :

هيبوكلوريت صوديوم	١٤ ـ ١٦٪
هيبوكلوريت صوديوم	١٢ ـ ١٧٪
هيدروكسيد صوديوم	٢٪ على الاكثر
حديـــد	٠٠١ر٠٪ على الاكثر

٢ ـ محلول مـاء اكسجين يحتوى على ½٦٪ مليلتر من محلول مـاء أكسجـين مركز (٣٠٪) لكل لتر أو محلول يحتوى على ٥ جرام بيسلفيت الصوديوم (Sodium bisulphite) لكل لتـر ، وزن المحلول للخامـة ١ : ٥٠ ·

٣ ـ ٥ر٠٪ محلول صابون نقى عند ٢٥ ـ ٣٠م لبلل العينات المقاومة للبلل ·

٤ ـ وعاء زجاجى أو بورسالين ويمكن أن يغلق على العينـة ومحلول التبييض ·

٥ ـ المقياس الرمادى القياسى لتقييم تغير اللون ·

---

*ISO Recommendation R. 105, Part 6

خطـوات التجربـة

١ – خـذ عينـة ١٠ × ٤ سـم ·

٢ – بلل العينـة في محلول الصابون ، اذا كانت مقاومة للبلل ، أو بماء مقطر وتخلص من الماء الزائد بحيث أن تكون العينـة تحمل تقريبـا مقـدار وزنهـا الجاف مـاء ·

٣ – ضعها بسرعة وهى مفرودة أو ملفوفة قليلا فى محلول الهيبوكلوريت ·

٤ – أغلق الاناء وأحفظه عند درجة حرارة ٢٠ ± ٢ºم لـمدة ٦٠ ق وتجنب تعرضـه للضـوء المباشر ·

٥ – اشطف العينة بعد ذلك فى مـاء صنبور جارى ثم أغمرها فى أحد المحاليل المشار اليها سابقا فى بند (٢) ·

٦ – اشطف العينة بعد ذلك فى مـاء صنبورى جارى ثم تخلص من المـاء الزائد ثم جفف العينة فى الهواء عند درجة حرارة لا تزيد عن ٦٠ºم ·

٧ – قيم التغيير فى اللـون بالمقارنة بالمقياس القياسى ·

٦ – تعيين درجات الثبات ضد الكي

الغرض من هذا الاختبار هو تعيين درجة مقاومـة الخامـات المصبوغـة لعمليات الكى والتجفيف على السلندرات الساخنة أثناء التشغيل ·

المعـدات اللازمـة

(أ) مكواة ذات وزن مناسب لتعطى ضغط يساوى ٣٠ جم / سم عند درجـة ١٩٠ – ٢١٠ºم ·

(ب) تحضر عدد خمسة قطع من نفس القطن الابيض مقاس ٤ × ١٤ سم ·

خطـوا تالعمـل

يلاحظ أن كل العينات التى تعرضت لاى معالجات حرارية أو تجفيف أن توضع فى حجرات التكييف قبل الاختبار ·

ويجرى اختبـــار الكى كما يأتى :

الكـــى الجـــاف

(أ) توضع العينـــة المختبرة على قطعة من القماش الابيض وتوضع العينات على سطح أفقى ناعم ·

(ب) تسخن المكـــواه الى درجة الحرارة المناسبة لنوع النسيج وتترك فوق العينة لمـــدة ١٥ ثانية ·

الكـــى المبـــلل

(أ) تغمس العينة المصبوغـــة مع عينـــة من القماش الابيض فى مـــاء مقطـــر ثم تعصر وتوضع فى جهـــاز عصر القماش ذو القـــوة الطـــاردة المركزية للتخلص من المـــاء الزائد الى أن تكون نسبة الرطوبة ١٠٠٪ من وزن العينة نفسهـــا ·

(ب) توضع العينة المصبوغة على عينـــة جافة من القماش الابيض الغـــير مصبوغ ثم نغطى العينـــة بأخرى من القماش الابيض المبـــلل وتوضع الثـــلاث عينات فوق سطح ناعـــم ·

(جـ) تسخن المكواه ثم نضعها فوق قطع القماش الابيض المبـــلل ونحركها ذهابا وايابا فوق العينة بدون ضغط لمـــدة ١٥ ثانيـــة ·

الكـــى الرطب

(أ) توضع عينـــة جافة من القماش القطن الابيض فوق سطح أفقى ناعم ونضع فوقهـــا العينـــة المصبوغة جافـــة ·

(ب) نغمس قطعـــة أخرى من القماش القطن الابيض فى مـــاء مقطـــر ثم تعصر الى أن يصير وزن المـــاء التى امتصته قدر وزنهـــا ·

(جـ) نضع العينة المبللة فوق العينة المصبوغة ونحرك فوقها المكواة ذهابا وايابا لمـــدة ١٥ ثانية ·

تحديد درجات الثبات

تقدر درجات تغير اللون على العينة المصبوغة وكذلك التبقيع الناتج على النسيج الغير مصبوغ بالمقارنة بالمقياس الرمادى القياسى .

ملحوظة : تقاس درجة حرارة سطح المكواه الساخن باستخدام البيرومتر الكهربائى أو باستخدام بللورات ميتاهيدروكسى حامض البنزويك (الفضى) حيث ينصهر عند درجة حرارة ٢٠٠ م .

٧ - تعيين درجات الثبات ضد الغلى فى محاليل الصودا

تستخدم هذه الطريقة لتقييم مدى مقاومة لون الصبغة للخامات النسجية لتأثير محاليل كربونات الصوديوم المخففة عند درجة الغليان . وهناك طريقتين للاختبار ، أحدهما تستخدم مع اضافة مادة مانعة للاختزال والاخرى تستخدم بدونها .

أساس الاختبار

تلف عينة مركبة (عينة الاختبار بين عينتين غير مصبوغتين) حول ساق من الزجاج وتعالج بمحلول كربونات صوديوم عند درجة الغليان باضافة مادة مانعة للاختزال أو بدونها ثم تشطف العينة المركبة وتفصل القطع الثلاث المكونة لها وتجفف وتقيم مدى التغير فى لون صبغة عينة الاختبار ومدى التبقيع فى العينات الغير مصبوغة باستخدام المقياسين الرماديين للقياس .

الاجهزة المستخدمة والكواشف

(أ) قارورة زجاجية مثبت عليها مكثف ذو شكل طولى لتناسب العينة الملفوفة حول ساق زجاجية طوله ٤ مم .

(ب) قضيب زجاجى قطره ٥ الى ٨ مم .

(جـ) محلول ١٠ جرام / لتر كربونات صوديوم غير مائية .

(د) محلول (جـ) مضاف اليه ٤ جرام / لتر ميتانيتروبنزين سلفونات .

(هـ) عينة مقارنة . (test-control) من القطن مصبوغة بصبغة الاحواض Solanthrene Brillent Pink R Powder تركيز ٣٪ .

(و) مقياسين رماديين للتقييم العددى للتغير في اللون والتبقيع على الخامة الغير مصبوغة .

طريقة الاختبار

(أ) تؤخذ عينة الاختبار مقاسها ١٠ x ٤ سم بين قطعتين من قماش غير مصبوغ وتحاك القطع الثلاث معا من أحد جوانبها القصيرة .

(ب) تجرى عمليات الاختبار الموضحة فيما يلي بحيث توضع كل عينة مركبة مع عينة مقارنة في حمام منفصل .

(جـ) تلف العينة المركبة حول الساق الزجاجي لتكون شكلا اسطوانيا طوله ٤ سم ثم تربط بخيط .

(د) تعالج واحدة من العينات المركبة الملفوفة حول الساق الزجاجي بغليها غليا هينا تحت مكثف لمدة ساعة واحدة في محلول كربونات صوديوم نسبة وزن السائل الى العينة ٣٠ الى ١ وتعالج العينة الاخرى بنفس الطريقة ونفس المدة في محلول كربونات صوديوم يحتوى على ميتا ـ نتروبنزين سلفونات .

(هـ) تزال كل من العينتين فورا من الساق الزجاجي وتشطف بماء جارى لمدة ١٠ دقائق وتنفصل عنهما الاقمشة غير المصبوغة وتجفف في الهواء عند درجة حرارة لا تزيد عن ٦٠ م .

(و) يقيم التأثير على عينتى المقارنة باستخدام المقياسين الرماديين ويجب أن يكون التقدير العددى لعينة المقارنة بعد الغليان في محلول كربونات الصوديوم في وجود ميتا ـ نيتروبنزين سلفونات (٣ ـ ٤) أضعف وأكثر اصفرار بالنسبة للتغير في اللون وبالنسبة للتبقيع (٥) ، أما التقدير العددى لعينة المقارنة في محلول الصودا بدون المادة ميتا ـ نيتروبنزين سلفونات فيجب أن تكون (٢ ـ ٣) أضعف وأكثر اصفرار بالنسبة للتغير في اللون وكذلك (٢ ـ ٣) بالنسبة للتبقيع ، أما اذا كان التقدير العددى

لعينات المقارنة لم يحصل على التقييم السابق ، فان الاختبار يجب أن يعاد مرة أخرى باستخدام عينات جديدة من عينات الاختبار وعينات المقارنة ٠

يدون بعد ذلك التقديرات العددية لمدى التغير فى لون صبغة العينة المختبرة فى محلول كربونات الصديوم مع مادة بيتا - نيتروبنزين سلفونات ويدون أيضا مدى التبقيع فى كل نوع من القماش غير المصبوغ الذى استخدم فى الاختبار ٠

٨ - تعيين درجات الثبات ضد الماء

الغرض من هذا الاختبار هو تعيين درجة مقاومة الخامات المصبوغة لنقط الماء وأساس هذا الاختبار هو اسقاط نقطة من ماء مقطر على العينة ويقدر التغير فى لون العينة بعد دقيقتين وبعد التجفيف ٠

١ - الاجهزة والكواشف

(أ) ماصة أو قطارة لتسقط نقطة من الماء مقدارها ١٥ر٠ ملليلتر ٠

(ب) ساق زجاجية ٠

٢ - تجهيز العينة

تجهز عينات ١٠ × ٤ سم ٠

٣ - التجربة

أسقط نقطة من الماء مقدارها حوالى ١٥ر٠ ملليلتر من الماء المقطر وحركها على العينة بواسطة ساق زجاجية وبعد دقيقتين يقدر التغير فى اللون حول محيط النقطة بواسطة المقياس ال[illegible] تجفف العينة فى الهواء ويقدر درجة التغير فى اللون أيضا ٠

٤ - تقدير درجات الثبات

تقدر درجات الثبات بالمقياس [illegible] الرمادى القياسى ٠

٩ - تعيين درجات الثبات ضد الاحماض

الغــرض من هــذا الاختبار هو تعيين درجة مقاومــة الخامــات المصبوغة لتأثير الاحماض العضوية والمعدنية وهناك ثلاثة اختبارات متاحة يمكن أن يستخدم أحدهما أو كلاهما وتعتمد على طبيعة الخامة ·

وأساس هــذا الاختبار هو اسقاط نقط من الحامض على العينة باستخدام ساق زجاجي ويقدر التغير في لون العينة وهــى ما زالت مبللة وأيضــا بعد أن تجفف ·

١ - الاجهــزة والكواشــف

نستخدم فــى ذلك :

(أ) ماصــة أو قطــارة

(ب) ســاق زجاجيــة

(ج) محلول حامض خليك (يحتوى على ٣٠٠ جرام حامض خليك ثلجى لكل لتــر)

(د) محلول حامض كبريتيك (يحتوى على ٥٠ جرام حامض مركز كثافة ١ر٨٤ لكل لتر)

(هـ) محلول حامض ترتريك (١٠٠ جرام / لتر)

٢ - تجهيز العينات بأبعاد ١٠ x ٤ ســم ·

٣ - التجربـــة

توضع نقطتين من محلول حامض الخليك على العينة المختبرة بواسطة ماصة أو نقاطة وتمسك بواسطة ساق زجاجيا لمــدة ١٠ دقائق عند درجة حرارة الغرفة ثم تنزع الخياطات ما عدا طرف واحد وتجفف العينــة عند درجة حرارة الغرفة أيضــــا ·

٤ - تحديد درجــات الثبــات

تحدد درجات الثبات بالمقارنة بالمقياس الرمادى ومقارنة العينة المبلولة ·

١٠ ـ تعيين درجات الثبات ضد القلويات

الغرض من هذا الاختبار هو تعيين درجة مقاومة الخامات المصبوغة للقلويات ·

وأساس هذا الاختبار هو اسقاط نقط من القلوى على العينة باستخدام ساق زجاجي ويقدر التغيير في لون العينة بعد دقيقتين وبعد التجفيف ·

١ ـ الاجهزة والكواشف

يستخدم فى ذلك :

(أ) ماصة أو قطارة ·

(ب) ساق زجاجي ذو رأس دائرية ·

٢ ـ تجهيز العينة

تجهز عينات ٤ × ١٠ سم ·

٣ ـ التجربة

نضع نقطتين من محلول كربونات الصوديوم (بتركيز ١٠٠ جرام / لتر) عند درجة حرارة الغرفة وحركها بواسطة ساق زجاجية ثم تجفف العينة عند درجة حرارة الغرفة ·

تنظف العينة بفرشاه لازالة كربونات الصوديوم الجافة المتخلفة ·

٤ ــ تقدير درجات الثبات : تقدر بالمقارنة بالمقياس الرمادى القياسى ·

١١ ـ تعيين درجات الثبات ضد التحرير

تستخدم هذه الطريقة لتعيين مقاومة لون صبغة الخامات النسجية لتأثير التركيزات المرتفعة من هيدروكسيد الصوديوم المستخدم فى عملية التحرير ٠

أساس الاختبار

تؤخذ عينة الاختبار مع عينات أخرى غير مصبوغة بمواصفات معينة وتعالج بمحلول مركز من هيدروكسيد الصوديوم ، تشطف وتحمض ثم تشطف مرة أخرى وتجفف ويقيم التغيير فى اللون والتبقيع على العينات الغير مصبوغة باستخدام المقياسين الرماديين القياسيين ٠

٢ ـ المعدات اللازمة

(أ) اطار لتثبيت العينات ٠

(ب) محلول أيدروكسيد صوديوم ٣٠٠ جرام / لتر ٠

(ج) محلول ٥ ملليتر / لتر من حامض الكبريتيك المركز

٣ ـ تجهيز العينات

تجهز عينة ١٠ x ١٠ سم وتثبت مع عينة أخرى بيضاء من نفس النسيج بالسراجة من كل النواحي ثم تثبت عينة من نسيج مختلف فى الجهة الاخرى بحيث تكون العينة فى النصف وتثبت فى الاطار المعد لها بحيث يكون سطحها معرضا للمحلول ٠

٤ ـ طريقة الاختبار

(أ) تغمس العينة فى محلول صودا كاوية بتركيز ٣٠٪ عند درجة حرارة ٢٠ ± ٢ لمدة ٥ دقائق فى حمام (١ : ٥٠) ٠

(ب) تشطف العينة بعد ذلك بغمرها لمدة دقيقة فى لتر ماء عند درجة حرارة ٧٠ ± ٢ لمدة ٥ دقائق ثم تشطف فى ماء جارى بارد ٠

(ج) تنزع العينة من الاطار ثم تغمر فى محلول حامض الكبريتيك لمدة

٥ دقائق (حجم الحمام ١ : ٥٠) بعد ذلك تشطف العينات بالماء الجارى الى أن يصير ماء الشطف المتعادل ٠

(د) تنزع السراجات الا من طرف واحد وتجفف مكونات العينة عند درجة حرارة لا تتعد ٦٠ºم ٠

تقدير درجات الثبات

تقدر التغيرات الحادثة فى العينة والقماش الابيض باستخدام المقياس الرمادى القياسى ٠

يلاحظ فى بعض العينات المقاومة لتأثير الصودا الكاوية زيادة فى عمق اللون وهذا لا يأخذ التقدير العددى (٥) بطريقة التقييم العادية انما فى مثل هذه الحالات فان تقييم التغيير يكون فى كنة اللون أو زهائه وذلك باستخدام المقياس الرمادى القياسى ، ومثل هذا التقدير يجب أن يميز بعلامة معينة مثل ٥، ٣ ـ ٤ محمر أو ٢ مزرق ، مكتوم ويفسر فى نهاية التقدير ٠

أما بالنسبة للعينات التى لا يظهر فيها زيادة فى عمق اللون فيقيم التقدير العددى بالطريقة العادية ٠

الفصــل الرابــع

الاختبارات الكيميائيــة

تعين سيولة القطن فى محلول النحاس النشادرى

الغرض من التجربة

يستخدم هذا الاختبار لمعرفة مدى تكسير السلاسل السليلوزية الناتـج من تفاعلها مع الاحماض والقلويات والمواد المؤكسدة والمختزلة .

أســاس التجربـة

يقل طول سلاسل جزئيات السليلوز عند معالجته بواسطة الاحماض والمواد القلوية مؤكسدة أو مختزلة ، وتتمثل قساوة المعالجة بقصر طول سلسلة السليلوز والسيولة أو سهولة انسياب المحلول المنتشر من السليلوز بالمذيب .

والسيولة هى مقلوب اللزوجة للمحلول وتميزها (Centipose) والسيولة لقطعــة من القطن هى سيولة محلول قياسى من النحاس النشادرى يحتوى على ٥ر٠ جم من القطن مذاب فى ١٠٠ سم من المحلول عند درجة حرارة ٢٠ .

والمحلول القياسى للنحاس النشادرى يحتوى على ١٥ ± ١ جـم نحاس ، ٢٠٠ ± ٥ جم أمانيا (هيدروكسيد أمونيوم طليق وغير مرتبط كيميائيا مع النحاس) أقل من ٥ر٠ جم من النيتريت فى اللتر .

الطريقــــة

تذاب العينة الموزونة بمحلول النحاس النشادرى فى جهــاز قياس درجة السيولة ومعهــا ٧ر٠ سـم٣ من الزئبق الذى يساعد على سرعة التقليب للاذابة . ويترك الجهاز يدور وهو مثبت على طارة تدار بواسطة جيربوكس .

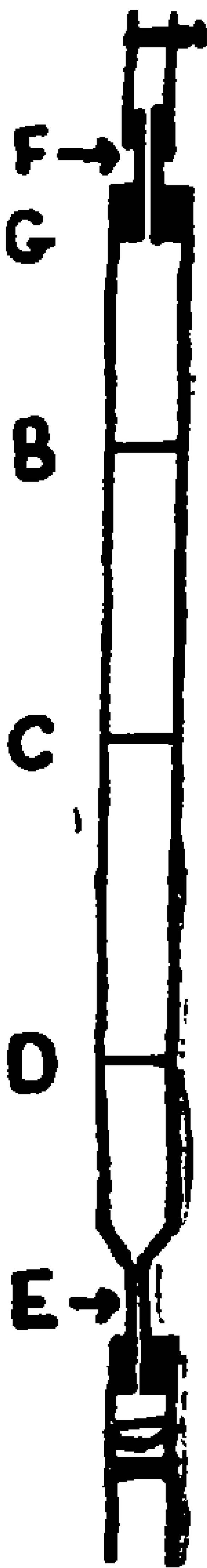
تقاس بعد ذلك درجة انسياب المحلول من الجهــاز عند درجـة ٢٠°م وهو عبارة عن الزمن الذى يستغرقه انسياب المحلول بين علامتين مبينتين على المقياس .

تحسب السيولة بواسطة قانون يحتوى على ثابتين يعينان بواسطة معايـرة الجهاز بواسطة سائل معروف لزوجته ٠

مواصفات العينة تحت الاختبار وطريقة أجراء التجربة

يجب أن تكون العينة خالية تماما من أى مواد غريبـة وتقطع بالمقص الى أطوال من ١ ـ ٢ مم ، أما بالنسبة الى النسيج فيقطع الى أجزاء صغيرة فى كل من اتجاه السداء واللحمة ٠

ويلاحظ عدم وجود هواء داخل جهاز الفزكمتر ، وأن يكون الزئبق بداخله حـر الحركة ، ويمكن الحصول على ذلك بأن نمـلأ الفزكمتر شكل (١٢٢) الى آخـره بمحلول النحاس النشادرى ونضع السداه الى العلامة (G) ليحل السائل الزائـد محـل الهواء ويخرج عن طريق الانبوبة الشعرية (F) والانبوبة المطاط ٠ نقفل بسرعة الانبوبة المطاط بواسطة مشبك ويغطى الفزكمتر بواسطة قطعـة من القماش الاسود لتجنب الضوء الذى يؤكسد المحلول النشادرى ، ويثبت الجهاز بعد ذلك فى الطارة الدائرية ويتم تحريكها لمـدة ٢٤ ساعة وهو الوقت اللازم لاذابة السليلوز ٠



شكل (١٢٢)

ينزع المشبك بعد ذلك مع الانبوبة المطاط ويدع الزئبق لينساب خـلال الانبوبة الشعرية السفلى ، ثم يؤخذ الجهـاز بعد ذلك الى حوض درجة حرارتـه ثابتـة (٢٠ْم) ويترك به لمـدة ١٠ ـ ١٥ دقيقة ليصل الى درجة الحمام ٠

ينزع السداة ويترك المحلول ينساب خلال الانبوبة (E) بواسطة سـاعة ايقاف (Stopwatch) لنحصل على الزمن اللازم بالثانية لانسياب المحلول من العلامـة

(B) — (D) ومن (B) — (C)

يقاس الزمن بالثوانى لمحلول درجـة سيولته المطلقة واحد لكل فزكمتر ، ويكون هو ثابت الفزكمتر ، ويقسم هذا الثابت على الزمن بالثوان لمحلول ٥ر٠٪ للقطن ليعطى السيولة المطلقة بالدرجات لهذه العينـة ٠

ولقد وجد بالتجربة أن درجة السيولة للقطن هى بالتقريب كالآتى :

	درجة السيولة عند درجة ٢٠ م بمقلوب اليويز
القطن الخام	١ر٨ - ٢ر٣
القطن المحضر والمبيض	٣ - ٤
القطن المبيض مرتين	٤ - ٦ر٥
القطن المصبوغ بأسود الانيلين	١٤ - ١٦

تحضير محلول أكسيد النحاس النشادرى

يوضع المخلوط التالى فى اناء مجهز بمحرك كهربائى ووسيلة لادخال الهواء الجوى :

١٣٠٠ سم٣ هيدروكسيد أمونيوم
٢٠٠ سم٣ ماء
٢ جرام سكر
٩٠ جرام برادة نحاس ناعمة

ويمرر الهواء بمعدل ١٠ لتر فى الساعة داخل اناء مملوء بمحلول هيدروكسيد الامونيوم قبل دخوله الاناء الذى يتم فيه التفاعل ويستمر التفاعل عادة لمدة ٣ ساعات تقريبا يسمح بعدها للمحلول بفترة انتظار حوالى ١٥ دقيقة قبل سحبه الى الاناء الخاص به .

ومحلول النحاس النشادرى محلول أزرق يتحلل تحت تأثير الضوء والاكسجين ولا يتحمل البقاء أكثر من بضعة أيام ، ولهذا يجب اتخاذ الاحتياطات اللازمة للمحافظة على ثباته وذلك بوضعه فى اناء معتم وعدم تعريضه للهواء كما يفضل وضعه فى درجة حرارة منخفضة ويمكن تحت هذه الظروف أن يتحمل فترة تتراوح بين أسبوع أو أسبوعين دون أن يتحلل .

التلف المتسبب عن الكلور الممتص

الغـرض من التجربـة

اختبـار سريع لتعيين التلف الذى يسببه الكلور الممتص ·

اسـاس للتجربـة

تعالج الاقمشـة بواسطة محلول هيبوكلوريت الصوديوم ، تشطف ، تجفف وتضغط بين سطحى معـدن ساخن ويحسب التلف الناجم عن الكلور الممتص بين الاختلاف فى قـوة الشـد قبل وبعد الكى ·

الادوات والكشافات اللازمـة

١ ـ دورق زجـاجى ٨٠٠ سـم٣ ·

٢ ـ جهاز قياس درجة الاس الهيدروجينى ·

٣ ـ حمـام لدرجة حرارة ثابتة ·

٤ ـ جهـاز قياس قـوة الشـد ·

٥ ـ مـاء مقطـر ·

٦ ـ محلول هيبوكلوريت الصوديوم (٥٪ كلور فعـال) ·

تحضـير العينـة

تقطع عينـات مقاس ١٤ × ١ بوصـة فى اتجـاه السداء واللحمـة على الترتيب ·

تحضـير المحـلول

يحضر واحد لتر من محلول ٢٥ر٠٪ كلور فعـال عند درجة أس هيدروجينى ٥ر٩ ± ١ر٠ وذلك باضافة بيكربونات الصوديوم أو كربونات الصوديوم لخفض او رفع درجة الاس الهيدروجينى ·

الطريقـــة

(أ) المعالجـة بالكلـور

١ ـ ضع بالدورق الزجاجي الذى سعته ٨٠٠ سم٣ حجم من المـاء المقطر قدره ٥٠ مرة من الوزن الجاف للعينة تحت الاختبار ، أغمر العينة ٣ دقائق عند درجـة حرارة ٧١ ± ٣ْم مع التقليب ثم ترفع العينـة من الحمـام وتبـرد لدرجة حرارة الغرفـة ٠

٢ ـ ضع العينة فى الدورق مـرة أخرى وبه حجم من الكلور قـدره ٥٠ مـرة لوزن العينـة الجاف لمـدة ١٥ دقيقة عند درجة حـرارة ٢٥ ± ١ْم مع التقليب بواسطة ساق زجاجي ، ترفع العينة بعد انتهاء المـدة ثم تعصر العينة للتخلص من أكبر كمية من المحلول مع الاحتياط أن لا يكون هنـاك كسر بالعينة وتشطف الادوات بالمـاء للتخلص من آثار الكلور ٠

(ب) الشـطف

تغمر العينة بالدورق وبه ماء مقطر قدره ٥٠ مرة من وزن العينة الجاف ودرجة حرارته من ٢١ ـ ٣٢ْم لمدة دقيقتين مـع تقليب العينـة باستمرار وبرفق ، وترفع العينـة ويتم العصر مع الاحتياط مع تكرار عملية الشطف ٥ مـرات ليتم ٦ مرات وزيادة فى الحيطة تشطف العينات كلا على حده حتى نتجنب خطورة التلـوث ٠

(جـ) التجفيف

يتم التجفيف بواسطة الهواء فقط حيث تعلق العينات بعيدة عن الحرارة ، وعندما تجف توضع العينـة فى الجـو القيـاسى للتكيف عند درجـة حـرارة ٢١ ± ١ْم ورطوبة نسبية ٦٥ ± ٢٪ وتظل فى هذا الجو حتى يتم اختبار الكى وقـوة الشـد ٠

التسخين أو اسـكورش (Scorch)

تجهز عينـات السداء بقطع ٥ عينات بعناية حوالى ١٢ × ١ بوصـة ثـم تجـزأ الى مجموعتين ٦ × ٦ ٠ تترك هاتين المجموعتين منفصلتين احدهما للكى

الاخرى بدون كى وأن يكون زمن التكيف لا يقل عن ٤ ساعات ولا يزيد عن ٢٤ ساعة ٠

يجهز جهاز الاسكورش بحيث يكون كل من سطحين المعدنين عند درجة حرارة ١٨٥ ± ١°م بعد التأكد من نظافة السطحين المعدنين عند منتصفهما ويكون زمن الكى ٣٠ ثانية مع ملاحظة قراءة الترمومتر خلال الكى ٠ تكيف العينة مرة أخرى على أن لا يقل زمن التكيف هذه المرة عن ١٦ ساعة قبل اجراء اختبار الشد ٠

قوة الشد

يجرى اختبار قوة الشد على العينات المكوية والاخيرة بدون كى ومنها نحسب التلف المتسبب عن الكلور الممتص ٠

$$\text{النسبة المئوية للفقد بقوة الشد نتيجة للكلور الممتص} = \frac{\text{ت ١} - \text{ت ٢}}{\text{ت ٢}} \times ١٠٠$$

حيث أن ت ١ = متوسط قوة الشد للعينات بدون كى
ت ٢ = متوسط قوة الشد للعينات بالكى

أما اذا كان هناك توقع حدوث تلف للقماش نتيجة الحرارة المرتفعة يمكن تعيينه بواسطة الضبط بالماء المقطر بدلا من الكلور الفعال ، ويتم اجراء التجربة كما سبق ، ويمكن حساب الفقد بقوة الشد الناجم عن الحرارة فقط من هذه المعادلة الاتية :

$$\text{النسبة المئوية للفقد بقوة الشد نتيجة الحرارة (الكى)} = \frac{\text{ت ١} - \text{ت ٢}}{\text{ت ٢}} \times ١٠٠$$

حيث أن ت ١ = متوسط قوة الشد للعينات المعالجة بالماء المقطر بدون الكى ٠
ب ٢ = متوسط قوة الشد للعينات المعالجة بالماء بالكى ٠

ملحوظـــة :

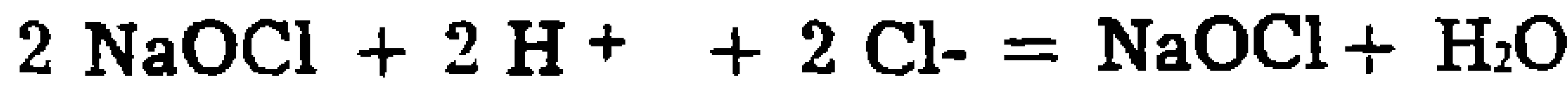
يجب أن نتبع ظروف الاختبار بأقصى دقة لتجنب العوامل الكثيرة التي يمكن أن تؤثر على التلف الناجم من الكلور المتص مثل درجة الاس الهيدروجيني ودرجة تركيز محلول الكلور والزمن ·

تحليل مـــواد التبييض

١ ـ تعيين الكلور المتاح في محلول هيبوكلوريت الصوديوم (*)

Determination of "available" Chlorine in Sodium hypochlorite Solution

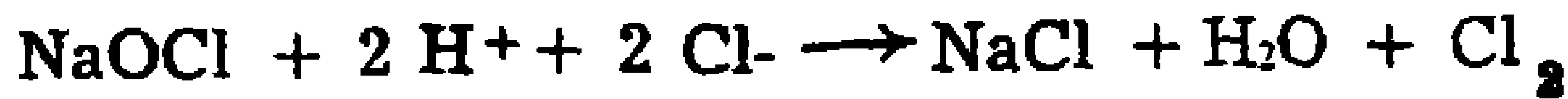
محلول هيبوكلوريت الصوديوم الذي يستخدم في التبييض يحضر عـادة بتفاعل الكلور مع القلوى كما في المعادلة



$$2\ NaOCl + 2\ H^{+} + 2\ Cl^{-} = NaOCl + H_2O$$

ويختلف مكونات هذا المحلول ، كما سبق تبعـا الى درجة الاس الهيدروجيني للمحلول كما في المعادلات الاتية :

١ ـ ففي الوسط الحامضي



$$NaOCl + 2\ H^{+} + 2\ Cl^{-} \longrightarrow NaCl + H_2O + Cl_2$$

٢ ـ في الوسط الحامضي الضعيف



$$Na0Cl + H^{+} + Cl^{-} \longrightarrow NaCl + NaOCl$$

٣ ـ في الوسط القلوى



$$NaOCl \longrightarrow Na^{+} + OCl^{-}$$

Experiments in Textile and Fibre Chemistry by C. Eorland and D.J. Raven published by Butterworth & Co. (Publishers) Ltd. London. (1971)

ويلاحظ أن كل مركبات الكلور تأكسد جزيئين من يودور البوتاسيوم الى Potissum Iodide الى جزىء من اليــود كما فى المعادلات الاتية :



$$2\,KI + Cl_2 \longrightarrow 2\,KCl + I_2$$



$$2\,KI + HOCl \longrightarrow KCl + KOH + I_2$$



$$2\,KI + OCl^- \longrightarrow K_2O + Cl_2 + I_2$$

لذلك يستخدم محلول يودور البوتاسيوم لتعيين تركيز الكلور المتاح فى المحــلول ٠

المحاليــل اللازمـــة

١ ـ محلول عيارى ١/ ثيوكبريتات الصوديوم ٠
٢ ـ محــلول نشــا ٠٥٪ ٠
٣ ـ حامض خليك مركز ٠

الطريقـــة

١ ـ يضاف ٢٥ سم من محلول التبيض فــى مخروط بــه محلول يودور بوتاسيوم (٢ جم يودور بوتاسيوم مذاب فى ١٠٠ سم٣ ماء مقطر) ٠

٢ ـ يعاير المحلول بواسطة ثيوكبريتات الصوديــوم مع اضافــة النشــا كجوهــر كشــاف ٠

٣ ـ يضاف للمحــلول ٥ سم٣ حامض خليك مركز ٠

٤ ـ تستمر المعايرة حتى يختفى اللون الازرق المتكــون من انطلاق اليود فى وجود النشا وبالتالى يصبح المحلول عديم اللــون ٠

حســاب التركيــز

حجــم / لتــر كلــور = $\dfrac{\text{أ} \times \text{ن} \times ٣ر٥٤٦}{\text{ح}}$

حيث أن   أ سم ٢ المحسوبة من محلول ثيوكبريتات الصوديوم اللازمة للمعايرة
ن   =   عيارية محلول ثيوكبريتات الصوديوم
ح   =   حجم محلول التبييض المستخدم

٢ ـ تعيين تركيز محلول مـاء الاكسجين

المحاليـل اللازمـة

١ ـ محلول ١ر٠ عيـارى برمنجـات البوتاسيوم •
حامض كبريتيك مخفف ١ : ١ •

الطريقـة

١ ـ يوضع ١٠٠ سم من حامض كبريتيك المخفف فى مخروط التحليل ويضاف من السحاحة محلول برمنجنات البوتاسيوم حتى يصير اللون قرمزى خفيف •

٢ ـ يضاف الى المخروط ٢ سم٣ من مـاء الاكسـجين فيختفـى اللـون القرمزى المتكون مالفا •

٣ ـ يعاير مـاء الاكسجين مع محلول برمنجنات البوتاسيوم حتى يصير لون المحلول قرمزى خفيف •

حسـا بالتركيـز :

$$\text{حجم / لتر ماء أكسجين} = \frac{١٧ \times أ \times ع}{١٠٠ \times ح}$$

حيث أن   أ   هو حجم محلول برمنجنات البوتاسيوم اللازمة للمعايرة
ع   عيارية محلول برمنجنات البوتاسيوم
ح   حجم مـاء الاكسجين المستخدم

٣ ـ تعيين قلوية ماء الاكسجين

المحاليل اللازمة :

١ ـ حامض هيدروكلوريك ١ر٠ عيارى ٠

٢ ـ جوهر كشاف أزرق البروموثيمول ٠

الطريقة :

١ ـ يضاف ٢٥ سم٣ من محلول التبييض فى مخروط التحليل ويضاف اليه ٢٥ سم٣ ماء مقطر ٠

٢ ـ يعاير المحلول مع حامض الهيدروكلوريك مع اضافة بضع نقط من الجوهر الكشاف ٠

٣ ـ تعتبر نهاية التفاعل عندما يتحول لون المحلول من الازرق الى الاخضر ٠

طريقة الحساب :

نعتبر أن أ سم المحسوبة من حامض الهيدروكلوريك اللازمة للمعايرة

القلوية	جم / لتر كربونات الصوديوم	=	أ × ٢١٢ر٠
القلوية	جم / لتر أكسيد الصوديوم	=	أ × ١٢٤ر٠
القلوية	جم /لتر صودا كاوية	=	أ × ١٦ر٠

٤ ـ تعيين درجة الاس الهيدروجينى للماء المستخلص من المنسوجات القطنية المبيضة

الغرض من التجربة

يعين الاس الهيدروجينى لعينات الخيوط أو الاقمشة لمعرفة كفاءة عملية الغسيل بعد عمليات البلل المختلفة وخاصة عملية التبييض ٠

أساس التجربة :

تؤخذ عينة من القماش المطلوب اختباره ثم تغلى فى كمية من الماء قدر وزنها ٢٠ مرة ماء مقطر لمدة ٣٠ دقيقة ، يبرد الماء لدرجة حرارة الغرفة ويعين رقم الاس الهيدروجينى ٠

الطريقة

١ ـ زن ١٠ جرام تقريبا من القماش المراد اختباره ٠
٢ ـ ضع العينة فى كأس به ٢٠٠ سم ماء مقطر (اس هيدروجينى ٥ر٦ ـ ٥ر٧) ٠
٣ ـ تغلى العينة لمدة ٣٠ دقيقة ٠
٤ ـ يغلى ٢٠٠ سم ماء مقطر (من نفس المصدر) لمدة ٣٠ دقيقة ٠
٥ ـ بعد الغليان يترك الماء والعينة لتبرد لدرجة حرارة الغرفة ٠
٦ ـ عين الاس الهيدروجينى لماء العينة والماء بدون عينة ٠

والقيم المتوقعة بعد خطوات المعالجة العادية بالصودا الكاوية والتبييض هى:

بعد المعالجة بالصودا الكاوية	٩ ـ ١٠
بعد المعالجة بالتبييض	٨ ـ ٥ر٩

أما فى حالة معالجة القماش بعد عملية التبييض بالحامض فسوف تقل قيمة الاس الهيدروجينى للعينة ٠

الباب التاسع

الاتجاهات الحديثة لحماية مصانع التجهيز من التآكل

الاتجاهات الحديثة لحماية مصانع

التجهيز من التآكل

تتعرض الوحدات الصناعية المختلفة (مثل مصانع الكيماويات والبترو كيماويات والمنظفات ومصانع تحضير وصباغة وتجهيز الاقمشة والغزل وغيرها) التى تستخدم الاحماض والقلويات والاملاح والمركبات العضوية فى مراحل التشغيل - والتى قد ينتج عنها غازات ضارة - الى الاستهلاك السريع حيث أن هذه المواد تعمل على اتلاف واهلاك الاجهزة والماكينات المستخدمة بجانب تأثيرها على الانشاءات الاخرى مثل الحوائط والارضيات والاساسات الخرسانية بدرجات متفاوته .

والاتلاف الناجم من تأثير المواد الكيميائية المستخدمة يطلق عليه التآكل (Corrosion) أما المحاليل الكيميائية والغازات الضارة التى تهاجم المعادن والمواد الاخرى فتسمى محاليل التآكل أو غازات التآكل (Corrosive Solutions and Corrosive gases) وهكذا نجد أن تآكل الاجهزة والماكينات ترجع الى الوسط التى توجد فيه والذى يسبب هذا التآكل والذى يعرف بوسط التآكل Aggresive (Corrosive) Medium .

التآكل
(Corrosion)

نعنى بالتآكل هنا الاتلاف الناتج من تأثير وسط التآكل وهذا يختلف عن الاتلاف الناجم عن عوامل أخرى مثل العوامل الميكانيكية ، والتغيير المفاجىء فى درجات الحرارة وخلافه .

وتآكل المواد المختلفة يعتمد على تركيبها وعلى أوساط التآكل ، وهذه الاوساط يمكن تبويبها الى :

(أ) سوائل (مثل الاحماض والقلويات والمركبات العضوية كما سبق) .

(ب) غازات (مثل الابخرة والغازات المتصاعدة من العمليات المختلفة) .

(جـ) مواد صلبة (مثل الاملاح والرواسب والرماد) .

كما أن أوساط التآكل يمكن أيضا تقسيمها الى وسط ضعيف ووسط متوسط قوى وهذا يعتمد على طبيعتها وتركيزهـا ومحتـوى الرطوبـة فيهـا (بالنسبة للغـازات) ٠

فالمعـادن والسبائـك (Alloys) تختلف جوهريـا عن المـواد الغـير معدنية (مثل الخرسانة) من ناحية خواصها وتكوينها وتركيبها وبالتـالى فان عملية تآكل المعادن فى أشكالها المختلفة تختلف عن تلك الغير معدنيـة ٠ فنجد أن المعـادن والسبائك التى تتميز بتركيب بللورى ينتـج عنها اتلاف (امـا كليا أو جزئيـا) وتكون النتيجة تكوين نواتـج التآكل على سطح المعـدن والذى له خواص ميكانيكيـة تختلف عن المعـدن نفسـة وهـذا يرجع فى النظام الاول الى تكسير الرباطات بين الجزيئات المكونة له فى البناء البللورى ٠

كما ينشأ التـآكل فى الخرسانة أو فى مولاط الاسمنت وكذلك فى تكوينات السيلكا ٠ وفى هذه الحالة يتم التآكل عن طريق تفاعل وسط التآكل مع مكونات المـادة (مثلا ثنى المونيات الكالسيوم ، هيدروكسيد الكالسيوم الحر أو المواد الاخرى) مكونا مركبات جديدة وهذا ينتج عنه خفض فى مقاومة المـادة للقوى الميكانيكية ، كما سوف يأتى فيما بعد ٠

تـآكل المعـادن

أنـواع التـآكل

يبـدأ التـآكل على سطح المعدن ويتدرج الى الداخـل ممـا ينتـج عنـه تغيير فى مظهرية المعـدن ٠ فالمعادن تفقد بريقها ويصبح سطحها اللامع خشن المظهـر متآكل ، ومن الامثلة لهذا التآكل هو تكوين الصـدأ على الاسطح الحديدية عند تعرضها لرطوبـة الجـو حيث تتكون طبقة بنيـة اللـون مائلة الى الاحمرار من أكاسيد الحديد ٠

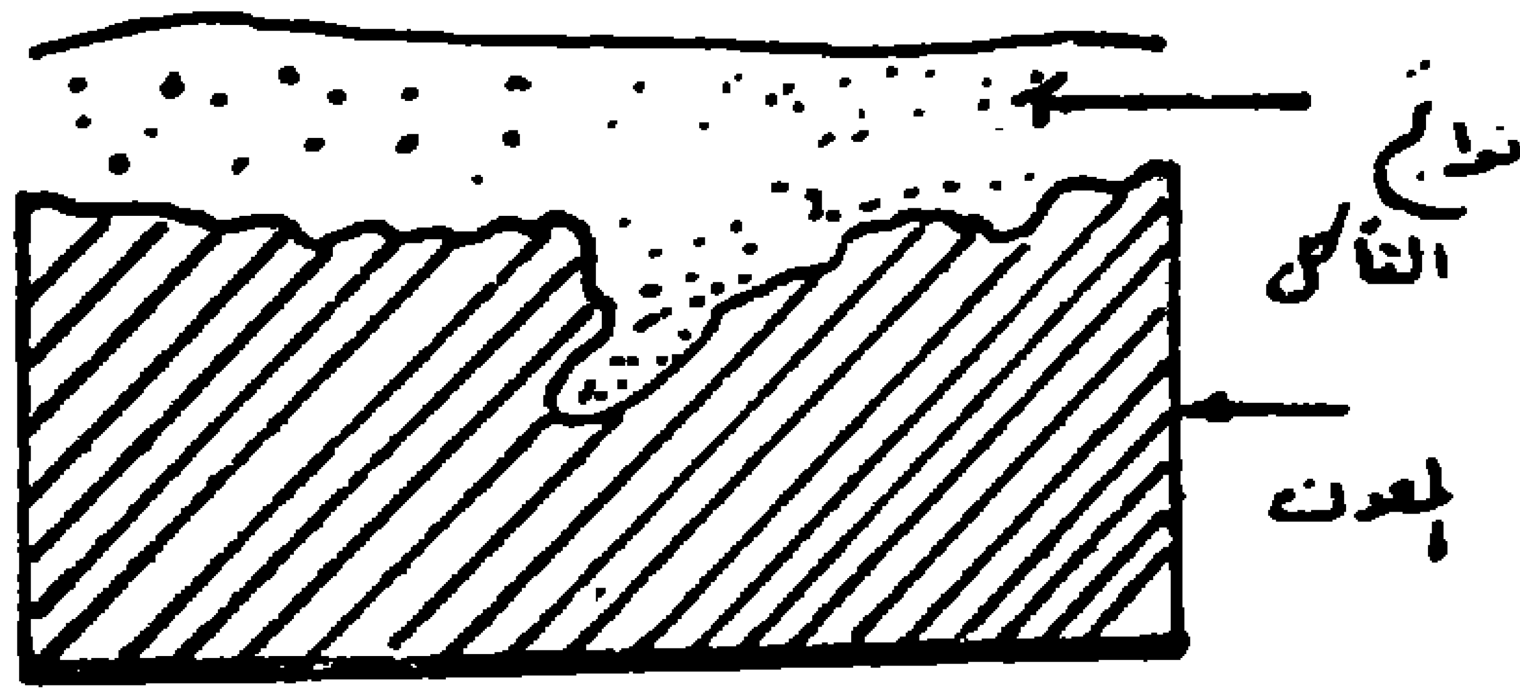
وتبعـا الى طبيعـة ووسط التآكل وعلى المعـدن وكيفية وظروف تماسكه فان العديد من المركبات الكيميائية المختلفة تتكون على سطح المعـدن وهـذه نواتج التآكل وتكون عادة على شكل طبقة قشرية (فيلم) أو قشور لوا تكوينات متلاصقة أو متباعدة لسطح المعدن وتكون ملتصقة بدرجة عالية (صعبة الازالـة) أو سهلة الازالة ٠

فالفيلم المتكون خاصة اذا كان خالى من المسام يمكن أن يعمل كطبقة عازلة تعمل على حماية المعدن بعد ذلك من التآكل ومن أمثلة ذلك الطبقة المتكونة على الالمنيوم بتأثير الاكسجين الجوى ، فانها تعمل كعازل ضد وسط التآكل وتعمل على حمايته ، اما اذا أزيلت هذه الطبقة فان التآكل يبدأ من جديد ٠

وتبعا لطبيعة التغيرات التى تحدث على سطوح المعادن والتى ينجم عنها التآكل ، فان هناك أنواع أساسية للتآكل يمكن التميز بينهما فيما يلى :

(أ) التـآكل المنتظـم

وهذا يؤثر على سطح المعدن كليا كما فى الشكل (١٢٢) ٠

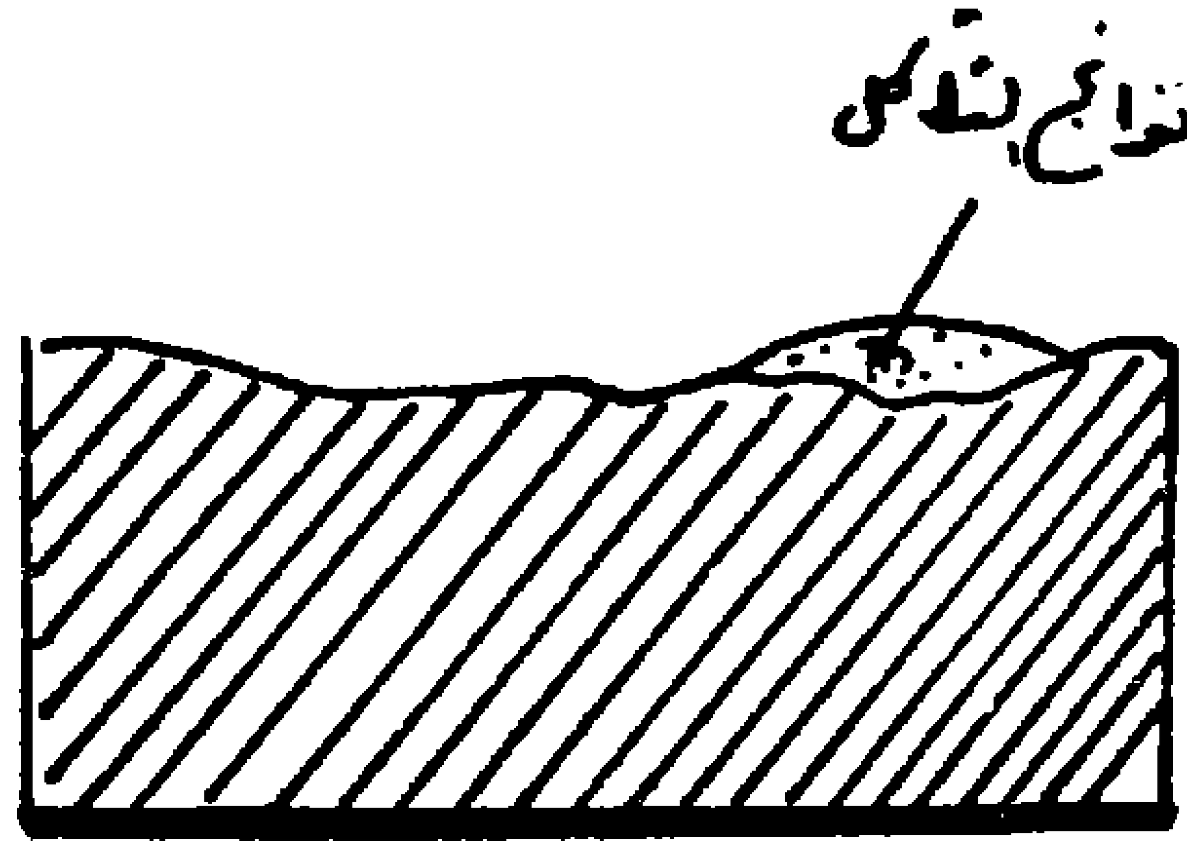


شـكل (١٢٢)

ويحدث هذا النوع من التآكل عادة للمعادن المعرضة للجو الخارجى ، وهو أقل الانواع خطورة بشرط أن لا يتعدى الحدود المذكورة فى الجدول وفى هذا النوع من التآكل فان السطوح المعدنية للاجهزة والمعدات يتآكل كليا وبدرجة منتظمة ٠ وعند ازالة طبقة الصدأ المتكونة من على السطح فانه يصبح خشنا ، واذا تعرض بعد ذلك لمدة أطول لنفس الظروف فان التجويفات الموجودة تصبح أكثر وضوحا ويبدأ الصدأ يتكون مرة أخرى ٠

(ب) التآكل الموضعى

ويتركز هذا النوع فى مناطق معينة على شكل نقط او حفر كما فى الشكل (١٢٣) ٠



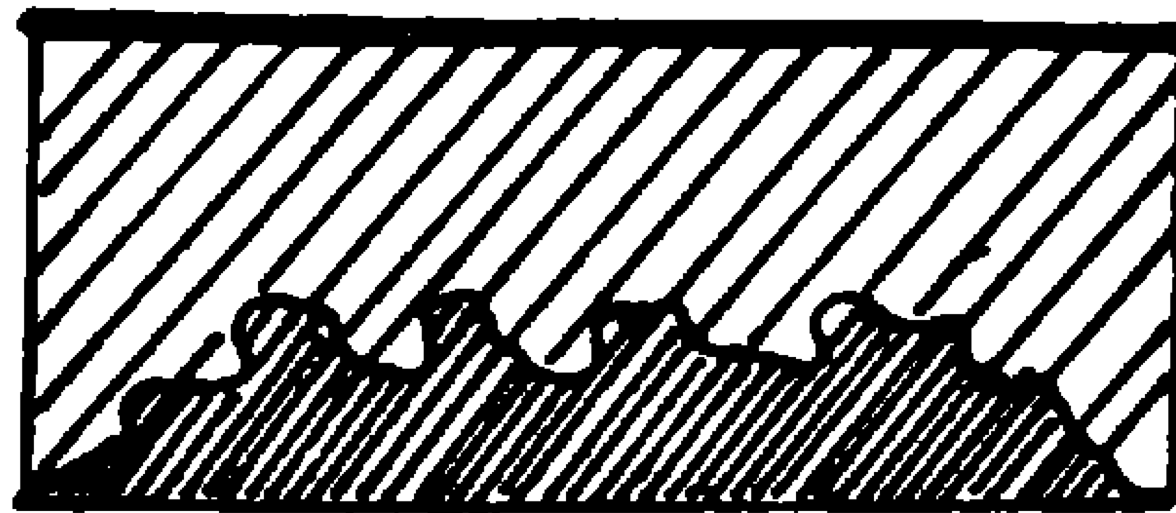
شــكل (١٢٣)

وينشط هذا النوع من التآكل عندما يحتوى المعــدن على رواسب الحديد (Sludges) كذلك لوجود الاجهادات الداخلية مع وجــود بعض المناطق ذات التركيب الخشن أو أن تكون الاسطح الداخلية غير منتظمة · والتآكل الناتــج عن عدم التهوية يحدث فى أجزاء المعدن الاقل تعرضا لتاثير الاكسجين الجوى مثل الخدوش والتجويفات أو الاجزاء الملحومة ···· الخ ·

والتــآكل الموضعى فى أماكن معينــة من المعدن تسبب انخفاضا كبيرا فى خواص مقاومة القوى الميكانيكية (Mechanical Strength) والذى يؤدى الى استهلاك مبكــر للاجهزة والماكينات والتركيبات المعدنية الاخرى وتظهر واضحة فى التسرب الذى يحدث فى التنكات وخطوط المواسير المعدنية وأجهزة القيــاس المستخدمة فى هذه الوحدات ·

(جـ) التآكل الحبيبى الداخلى (Intrgranular Corrosion)

وهذا يسبب تفكك وتدمير المعدات على طول محيط الحبيبات المكونة للشكل البللورى للمعــدن مبتدئا بالطبقة الخارجية كما فى الشكل (١٢٤) ·



شــكل (١٢٤)

ويؤثر هذا النوع غالبا على التركيبات المصنوعة من سبائك الصلب الغير قابل للصدأ (Stainless Steel) ومعدن الالومنيوم وسبائك الالومنيوم ، حيث ينشط حول محيط الحبيبات أو البللورات المكونة له وبالتالى تتكسر الرباطات الداخلية مما يؤثر على خواصه لمقاومة القوى الميكانيكية الواقعة عليه ·

والخصائص البارزة لهذا النوع هو أن التآكل ينتشر بعمق داخل المعدن دون ظهور أى تغير فى الشكل الخارجي والتصدع الذى ينتج بعد ذلك يحدث فجأة نتيجة للانخفاض الكبير فى مقاومة المعدن أو السبيكة للقوى الميكانيكية المؤثرة ·

والتآكل الحبيبى الداخلى يحدث عادة فى مناطق الوصل باللحامات · وهذا لانه خلال المعالجات الحرارية للمعادن الغير قابلة للصدأ (وهو صلب يحتوى على نسبة عالية من الكروم والموليبديوم) والتى تصل الى درجات حرارة عالية (١٠٠٠ – ١١٠٠ م) يتبعها تبريد مفاجىء ينتج عنه حدوث تغير فى تركيب المعدن الداخلى حول محيط الحبيبات نتيجة لتكوين الكربيد (وهى مركبات الحديد مع الكربون ، وتكون عادة أقل تآكلا من الكروم) ·

ومعدن الالومنيوم وسبائكه قابل لهذا النوع من التآكل لانه عندما يسخن تتكون مركبات حول محيط الحبيبات أقل قابلية لمقاومة التآكل عن بقية أجزاء المعدن ·

وقد يحدث أن يتعرض المعدن فى كثير من الاحيان الى أكثر من نوع من أنواع التآكل مثل التآكل المنتظم وكذلك التآكل الموضعى ·

(د) التآكل الكيميائى

يحدث التآكل الكيميائى للمعادن عندما تتعرض الى غازات جافة عند درجات حرارة عالية أو محاليل غير أيتونية (غير موصلة للكهرباء) كما يحدث أيضا عندما تهاجم المعادن بالاكسجين فى الهواء الجاف وبعض الغازات الاخرى (ثانى أكسيد الكربون وغازات ثانى أكسيد الكبريت) فى غياب بخار الماء ·

وفى التآكل الكيميائى يتفاعل وسط التآكل مع سطح المعدن ويتكون نواتج

التآكل (وهى على هيئة فيلم من الاكاسيد أو المركبات الكيميائية لهـذا العنصر) على السطوح المعرضة للتفاعل .

(هـ) التـآكل الايونـي (Electrolytic Corrosion)

يحدث هـذا النوع من التـآكل عندما يتعرض المعدن الى محاليل موصلة للتيـار الكهربائي مثل محاليل الاحماض والاملاح أو القلويات . ففى حـالة التآكل الايونى هذا يتحطم المعـدن نتيجة توليد تيـار كهربائي يسرى من مكان الى آخـر ويمكن تفسير ذلك باستخدام الخلية الجلفانية (Galvanic Cell) . ففى هـذه الخلية يستخدم معدنين غـير متشابهين مثل النحاس والزنك مغمورين فى محلول حامض كبريتيك مخفف ويتم توصيلهما بموصل خارجى فيتكون تيار كهربائى خلالهما . وظهور التيـار الكهربائى فى الخلية يرجع الى أن فى محلول حامض الكبريتيك تتحلل جزئيات المـادة الى أيونات : وهذه تنقسم الى أيونات موجبـة (كاتيونات) أو أيونات سـالبة (أينونات) .

فعند غمـر لوح معـدنى فى المحلول الايونى يتفاعل الحامض مع المعدن الذى يذوب وينتقل تدريجيا الى المحلول وتنتج عن ذلك أن كل ذرة زنك ترسب الكترونين على لوح المعدن وبالتالى يصبح أيون مكهرب فى المحلول . وبذلك نجد أن لوح الزنك اكتسب شحنات سالبة بينما الطبقة الملامسة له تماما تصبح موجبة الشحنة وينشيء بعد ذلك فرق جهد بين اللـوح ومحلول الحامض وبنفس الطريقة ينشـأ فرق جهد بين لوح النحاس ومحلول الحامض ولكنه أقـل فى القيمة عن الزنك وبهذا ينتج عنه فرق جهد بين اللوحين المعدنيين .

والالكترونات المترسبة على لوح الزنك (الانود) تسرى خـلال الموصل الخارجى الى لوح النحاس (الكاثـود) والتى فيهـا تحمل الايونـات الشحنات الكهربائية ونتيجة لاستمرار هـذه العملية فى الخلية الجلفانية فان لوح الزنك يذوب تدريجيا .

(و) التـآكل الكهروكيميائى

يشبه هـذا النـوع اذابـة الانـود (الحامل للشحنة السالبة) فى الخلية الجلفانية ويحدث هـذا عـادة فى الاجهزة والمعدات الكيميائية عندما يتعرض فيهـا المعدن الى المـواد الايونية فانه يذوب نتيجة لتكوين مثـل هـذه الخلايا .

فمثلا فى الاجهزة التى تستخدم فيها معادن مختلفة فانه يحدث تكوين خلية جلفانية عند نقطة تلامس معدنيين مختلفين فى خواصهما بالنسبة للسلسلة تحت تأثير المواد الكهروكيميائية الايونيه ونتيجة لذلك فان المعدن يذوب وينتقل الى المحلول وان كانت الخلية فى هذه الحالة لا تشبه الخلية الجلفانية تماما والتى لها موصل خارجى انما الخلية المتكونة فى هذه الحالة يكون فيها الالكترودات (Electrodes) متصلة اتصالا مباشرا عند نقطة تماسهما ·

لذلك فعند تركيب الأجهزة والمعدات المعدنية فان احتمال تكوين مثل هذه الخلايا يجب أن يوضع فى الاعتبار نتيجة الاتصال المباشر للمعادن المختلفة مثل لحام الالومنيوم مع النحاس أو سبائكه أو (مع المعدن الصلب الغير قابل للصدأ) بدون استخدام سندات عازلة ·

ومثل هذا النوع من التآكل يحدث غالبا فى مناطق اللحامات وفى الوصلات المثبتة بقلاووظ وخلافه وهذا ينتج عندما يتعرض المعدن للتسخين عند اللحام نتيجة لحدوث بعض التغيير فى تركيب المعدن وعندما يتعرض المعدن بعد ذلك لجو التآكل فان هذا الجزء يصبح آنودا بالنسبة للمعدن المكون للجسم ويبدأ فى الاذابة كذلك يحدث بالنسبة للقلاووظ حيث تصبح هى الاخرى آنود للمعدن الاساسى وتتكون الخلية الجلفانية ·

وغالبا ما يتحطم المعدن نتيجة لتكوين خلايا ميكروجلفانية على السطح ، فعلى سبيل المثال ، فى حالة الزنك الذى يستخدم بكثرة فى المجالات الهندسية فى خلطات كثيرة مع معادن أخرى مثل النحاس ففى حالة سبائك الزنك والنحاس الاصفر والفسفورى اذا زادت نسبة النحاس عن نسبة معينة فى هذه السبائك فان النحاس ينفصل على هيئة دقائق رفيعة معلقة وهذا بدورة يؤدى الى ظهور خلايا ميكرو جلفانية على سطح الزنك بدرجة غير مرئية يكون فيها جزيئات النحاس هى (الكاثود) ويكون الزنك هو (الانود) والنتيجة لذلك يذوب الزنك ويمر مع المحاليل الايونية وهذا يؤدى فى النهاية الى الاذابة الكاملة لالواح الزنك المكونة للاجهزة أو الماكينات المستعملة ·

ومع ذلك فان الاجهزة والماكينات المستخدمة للاغراض الكيميائية والانشاءات الاخرى مصنوعة من معادن ذات خصائص مختلفة نوعيا وهذا قد يؤدى الى حدوث مثل هذا النوع من التآكل ، لذلك فانه يلزم اتخاذ معايير معينة لحماية مثل هذه الوحدات من هذا النوع من التآكل ·

مقاومة التـآكل الناتـج من المـواد الكيميائية

ليست كل المعـادن تتآكل بنفس المعـدل فى وسط التـآكل الواحد ، فهناك أنواع تستهلك بدرجـة عاليـة وأخرى لهـا درجة مقاومة عاليـة تحت نفس الظروف ولكن ليس هنـاك معـدن لـه درجـة مقاومـة مطلقـة • فعلى سبيل المثـال ، فـان معـدن البـلاتين وهو أكثـر المعـادن مقاومـة للتـآكل - يذوب فى محلـول حامض النيتريك والهيدروكلوريك المركـز ، بينما معـدن الالومنيوم مقاوم لحامض النيتريك (لذلك يستخدم فى صنع تنكات حالض النيتريك) أما اذا تعرض الالومنيوم لحامض الهيدروكلوريك فانـه يذوب •

وقابلية المعـادن لمقاومة الاذابة تسمى (مقامة التـآكل) وتختلف باختلاف طبيعة المعدن وخلطاته وتعتمد بدرجة كبيرة على تركيب ووسط التـآكل ، درجة الحرارة ، وحالة سطح المعـدن ومعالجته •• الخ •

وهناك طريقة لتعيين درجة مقاومة المعادن للتآكل وهى طريقة اختـلاف الوزن • وفى هذا الاختبار يعين فرق الوزن للمعدن المستخدم قبل وبعد التآكل والنتيجـة تنسب الى وحـدة مساحـات لسـطح المعـدن (متـر أو سـم) ووحدة زمن (ساعة ، يوم ، سنة ••• الخ) •

وبذلك يعبر عن الفاقد نتيجة التآكل جرام / سم ساعة أو جرام / م يوم ••• الخ • وهذه الطريقة لا تأخذ فى الاعتبار كثافة المعدن • وهناك طريقة أخرى للتعيين الدقيق لمقاومة التآكل ، حيث يأخذ فرق الوزن السابق ويحـول الى معامل وهذا الاخير يعبر عن الانخفاض فى سمك المعدن ، على سبيل المثال ، بالنسبة للمليمتر لكل عام •

فمقاومة المعـدن بالمليمترات / عـام تعين من المعادلة الآتيـة :

معدل التآكل م • م / سنة = الفقد فى الوزن (جرام / م • ساعة) x ٨٦٠٠ / كثافة المعدن (جـرام / سم) x ١٠٠٠ م • م

ومعامل التآكل يعين بواسطة تدريج من ١ ـ ١٠ حسب الجدول (١٤)

جـــدول (١٤)

مقاومة درجـة تآكـل المعـدن

نوعيـة المقاومـة	معدل التآكل (م٠ م / سنة)		معامل التآكل
١ ـ معـدن ذو مقاومة عالية جدا	أقـل من ٠٠١ر٠		١
٢ ـ معدن ذو مقاومة بدرجة عالية	٠٠١ر٠ ـ	٠٠٥ر٠	٢
	٠٠٤ر٠ ـ	٠١ر٠	٣
٣ ـ معدن ذو مقاومة عاليـة	٠١ر٠ ـ	٠٥ر٠	٤
	٠٥ر٠ ـ	١ر٠	٥
٤ ـ معدن ذو مقاومة متوسـطة	١ر٠ ـ	٥ر٠	٦
	٥ر٠ ـ	١ر٠	٧
٥ ـ معدن ذو مقاومة منخفضة	١ر٠ ـ	٥ر٠	٨
	٥ر٠ ـ	١٠ر٠	٩
٦ ـ عديـم المقاومـة	أعلى من ١٠ر٠		١٠

تآكل الخرسانة ، الخرسانة المسلحة ومواد البناء الاخرى

تآكل الخرسـانة

تتآكـل الخرسـانة العادية التى أساسها أسمنت بورتلاندى بسرعة عندما تتعرض لمحاليل تآكل وغازات رطبـة · وتآكل الخرسانة يأخذ أشـكال مختلفة تعتمد على وسط التآكل ·

ففى الخزانات والمجـارى المائيـة وفى أبراج التبريـد وخزانات المـاء النقـى نجـد أن المـاء النقى (الذى يحتـوى على نسبة منخفضة من أمـلاح الكالسيوم) يؤثر على الخرسانة حيث أن احدى مكونات الاسمنت وهو (الجـير) يذوب فى المـاء ويحمله معـه وهـذا يسبب مع مرور الوقت أن الخرسانة تفقد مقاومتها للقـوى الميكانيكية الواقعة عليها وتتحطم ·

وعند استخدام الخرسانة المسلحة فى الوحدات التى يكون أجواؤها ملوثة بغازات تآكل خاصة فى المجالات الصناعية ، فان الخرسانة تتفتت بتأثير الاحماض والغازات الحامضية الرطبة . وتآكل الخرسانة يسبب تكوين أملاح الكالسيوم بها وهذه اما أن تذوب وتنجرف مع المحاليل واما أن تترسب داخله وتعمل على سلسلة الطبقات السطحية لفترة من الوقت . ومن الحالات الخاصة التآكل الناتج عن الكبريتات والذى يحدث عندما تتعرض الانشاءات الى محاليل الكبريتات وتكون النتيجة هو تفاعل هذه المحاليل مع مكونات الخرسانة ويتكون نواتج التآكل التى تترسب فى المسام والشقوق والقنوات المسامية للخرسانة وتتبلور داخلها وتعمل على زيادة الحجم وفى بعض الظروف تعمل على تحطيم الخرسانة .

والمحاليل المتخلفة عن العمليات الصناعية والتى تحتوى على الكبريتات والمياه الجوفية الغنية بغاز ثانى أكسيد الكربون تسبب تآكل شديد فى الخرسانة ، ويتزايد معدل التآكل كلما زادت نسبة الكبريتات أو غاز ثانى أكسيد الكربون.

وفى المحاليل القلوية الخفيفة (حتى ١٠٪ فان أسمنت بورتلاند يستطيع مقاومة التآكل الناجم عن هذه المحاليل ، أما اذا ارتفع تركيز القلوى أكثر من ذلك فان الخرسانة تتحطم خاصة عند درجات الحرارة العالية وهذا يرجع الى أن القلوى المركز يذيب بعض مكونات الخرسانة .

وتؤثر المحاليل المائية للاملاح على الخرسانة ولكن درجة مقاومتها لتأثير هذه المحاليل يختلف حسب طبيعة وتركيز هذه الاملاح وعلى التركيب الكيمائى للاسمنت وعلى المكونات الخرسانة وعلى درجة تماسكها فمحاليل الاملاح الحامضية تحطم الخرسانة التى تحتوى على كمية عالية من الجير الحـر .

تآكل الخرسانة المسلحة

تختلف طبيعة التآكل فى الخرسانة المسلحة عنه فى الخرسانة العادية حيث أن وسط التآكل اما أن يؤثر فى الخرسانة أو فى مواد التسليح. فاذا كان الوسط يؤثر على الخرسانة فان هذا سوف يؤدى الى تعرض مواد التسليح والانشاءات الى الانهيار ، أما اذا كان الوسط يهاجم حديد التسليح فقط فان المواد التى تسبب تآكله تصله عندما تتغلغل خلال المسام والقنوات الشعرية حتى تصل اليه

ففى الخرسانة المسلحة يغطى حديد التسليح بطبقة من الخرسانة سمكها من ١٥ ـ ٢٠ ملليمتر أو أكثر . هذه الطبقة تعوق مرور أكسجين الجو أو

الاحماض التى تكون غازات والتى قد تسبب التآكل . أما اذا تفتتت هذه الطبقة السطحية نتيجة عوامل كيميائية ، كما سبق ، فان حديد التسليح يتعرض فى هذه الحالة الى التآكل ، ومع ذلك فان هناك بعض الحالات التى يتآكل فيها حديد التسليح حتى فى وجود طبقة المسلح والذى يمثل أكثر خطورة ، ومثل هذا التآكل يحدث تبعا للخطوات الاتية :

تتخلل المواد المسببة للتآكل عن طريق المسام ، كما سبق ، وتتكون على أسطح الخرسانة المسلحة نواتج التآكل (مثل صدأ أو أملاح) والتى تزيد فى الحجم وتكسر طبقة الخرسانة الملامسة وبالتالى يتكون شروخ تكون عادة بطول عواميد التسليح ، وظهور هذه الشروخ يعمل على سرعة دخول المواد المسببة للتآكل وبالتالى زيادة سرعة التآكل .

ومعدل تآكل الخرسانة المسلحة يعتمد على معدل تأثير الاكسجين والرطوبة على سطح المعدن ، كما أن الغازات الصناعية مثل الكلور وثانى أكسيد الكبريت وهيدروجين كلوريد فى وجود الرطوبة تعمل على تصدع الخرسانة المسلحة بسرعة عالية .

تآكل الخشب

يتعرض الخشب أيضا للتآكل ولكن تختلف طريقة التآكل تبعا لطبيعة وسط التآكل ، تركيزه ودرجة حرارته فعندما يتعرض الخشب لمحاليل الاحماض والاملاح الحمضية فان المادة السليلوزية الموجودة فيه تتحلل ويفقد الخشب متانته . كما يتفكك الخشب بتأثير القلويات ويرجع ذلك الى اذابة مادة اللجنين فيه واذابة جزئية للسليلوز ، كما أن المحاليل المركزة من الكبريتات (مثل كبريتات الزنك ، كبريتات الحديد) لها نفس التأثير على الخشب .

والخشب له مقاومة لبعض أوساط التآكل الخفيفة ، وهناك بعض الانواع لها مقاومة للتآكل عالية مثل شجر الـ (Coniferous) والذى يرجع الى وجود أصماغ بنسبة عالية والتى لها مقاومة لتأثير بعض الاحماض مثل حامض الهيدروكلوريك والفوسفات المخفف وحامض الهيدروفلوريك المخفف وكذلك الاملاح المتعادلة له بأية تركيز وللامونيا وهيدروكسيد الكالسيوم والباريوم . والخشب يتفتت لو أنه تعرض لمحاليل الاحماض المعدنية وبالاخص التى تعمل

كمـادة مؤكسدة (مثل حامض النيتريك والكبريتيك والكروميك) كذلك أملاح النحاس والالومنيوم والزنك تؤثر بنفس الطريقة ·

ولزيادة مقاومة الخشب للمـواد الكيميائية فانـه يغطـى ببعض البويات المقاومة للمواد الكيميائية أو الورنيشات أو بغمره فى أصماغ صناعية · والصمغ الصناعى الذى أساسه فنيول ـ فورمالدهيد يستخدم بكثرة لهذا الغرض والخشب المعالج بهـذه الطريقة له مقاومـة لمحاليـل حامض الكبريتيك ، الفورسفوريك الهيدروكلوريك وكذلك يتحمل تأثيرا كثـيرا من الغازات المتولـدة من العمليات الصناعية (مثل الكلور وهيدروجين فلوريد وغيرهما) عند درجـة حرارة من ٧٥ ـ ١٢٥ْم وبهذه المعالجة يمكن استخدام الخشب فى الاغراض الكيميائية مثل تخزين الاحماض المخففة ومحاليل الاملاح وخزانات وأبراج التبريد والاستخدامات الاخـرى ·

الطرق الاساسية لحماية الاجهزة والانشاءات الكيميائية من التآكل

اختيار الطريقة المناسبة لحماية الاجهـزة والمعـدات التى تستخدم فـى العمليات الكيميائية ترجع الى التقديرات الهندسية والاقتصادية التى تضع فى اعتبارها الانتـاج وظروف التشغيل ، تكاليف عمليـات منع التـآكل والعمـر الفعلى للطبقة المانعة للتآكل ومدى امكانية صيانتها وغيرها من العوامل ·

ولحماية الانشاءات والمبانى المعرضة للمواد الكيميائية من التـآكل فانـه يلزم أولا اعداد المعايير الخاصة لمنع التآكل فى التصميمات الاوليـة ولذلك لمنع تآكل الوحدات الانتاجية الانابيب وذلك بايجاد الطرق اللازمة لتنظيم درجات الحرارة والرطوبة والتهوية الكافية داخل هذه الوحدات ، كذلك لاطالة العمر الفعلى لطبقات المـواد المانعة للتآكل فى المنشآت الصناعية فانه يلزم اسـتخدام جمالونات وكمرات والاعمدة فى الاشكال المناسبة التى تمنع تراكم مـواد التآكل وتساعد على سرعة تصريفها ·

وحماية المنشـآت من التآكـل يمكن أن يتوفر عن طريق تغطيتها بنوعيات معينـة من الدهانات أو الورنيش مثـل
Vinyl-perchloride, Epoxy, Bituminous, and ther paints and Varnishes" :

باستخدام معاجين مانعة للماء وكذلك البلاستيك
"Polymer putties and mortars, acid-proof silica putties, Bituminous mastics"

استخدام الاصماغ على بطانات من مواد مانعة للماء مصنوعة من مواد مقاومة للمواد الكيميائية مشكلة على هيئة لفات ، وكذلك بتبطينه وتكسبه الحوائط والارضيات باستخدام طوب مصنوع من السلكا المقاومة للحوامض أو وحدات من Cast Stone مع تماسكه بمواد مقاومة للمواد الكيميائية ·

التغطية بالدهانات والورنيش

وتستخدم هذه المواد لمنع التآكل للمنشآت الصلب وللخرسانة المسلحة (مثل الجمالونات والكمرات والاعمدة) وكذلك يستخدم لدهان الحوائط والاسقف فى الوحدات الصناعية · ويتوقف اختيار نوع الدهان على وسط التآكل · فاستخدام من ٤ : ١٠ طبقات من مادة فينيل بيركلوريد أو الايبكس (Vinyl-perchloride or Epoxy enamels) لحماية المنشآت من الاوساط قوية التآكل ودرجة الرطوبة العالية · وهناك أنواع رخيصة ولكنها أقل تحملا من مادة البتيومين (Bitumen) وقار الفحم (Coal-tar) تستخدم فى الاوساط الاقل قوة ·

التغطية بمعاجين عازلة ومواد بلاستيكية مقاومة للمواد الكيميائية

يستخدم هذا النوع لحماية الحوائط والعواميد والاساسات المحمل عليها الماكينات · فعندما يلزم حماية هذه المنشآت من البلل المنتظم من محاليل التآكل أو من التكاثف المستمر فان الجزء السفلى من الحائط والعواميد (لارتفاع حوالى ١½ متر تقريبا) والاساسات تبطن كليا بالسيراميك أو قيشانى أو طوب مقاوم للحوامض على معاجين مقاومة للحوامض ولهذا الغرض أيضا يستخدم الواح من بلمرات مثل بلاستيك الفينيل أو الخشب المغمور فى البكاليت ·

تبطين الطوب والقيشانى بمواد مقاومة للكيماويات

يستخدم بكثرة لحماية أرضيات الوحدات الصناعية من الاوساط التى تسبب التآكل · واختيار مواد التبطين وبلاط الاسمنت يتوقف على مواد التآكل ، على الاجهادات الميكانيكية وكذلك ظروف العمل فوق الارضيات المطلوب معالجتها · فمثلا يستخدم الطوب المقاوم للحامض فى أرضيات المنشآت والذى يكون فيها

الارضيات المعالجة لا تتعرض فقط لوسط التآكل بها لاجهادات ميكانيكية أيضا (مثل أوناش النقل وغيرها) وهناك مجموعة مختلفة من الدهانات تستخدم لمقاومة تأثير المواد الكيميائية لحماية الاجهزة · واختيار الدهان المناسب يتوقف على طبيعة وتركيز وسط التآكل ، درجة حرارته والتغيرات التى قد تحدث فى التشغيل كذلك على شكل وحجم الاجهزة والماكينات المستخدمة المطلوب حمايتها · ويجب أن يوضع فى الاعتبار عوامل التعرية للوسط ، وجود ضغوط أو تفريغ واقع عليها ، طريقة تسخين المحاليل المستخدمة فى التشغيل (عن طريق آنابيب التسخين المباشر والغير مباشر ··· الخ) والعوامل الاخرى ·

وفى بعض الحالات فانه من الناحية الاقتصادية يكون أكثر ملاءمة عدم استخدام معادن لتصنيع بعض الوحدات الانتاجية ولكن من مواد غير معدنية (عادة من بلمرات) لها درجة مقاومة عالية للقوى الميكانيكية ومقاومة لتأثير لاوساط التآكل · على سبيل المثال ، أحواض الترسيب الكهربائى حاملات حامض الهيدروكلوريك أو الهيدروفلوريك ، مواسير الهواء فانها تصنع كليا من بلاستيك الفينيل أو من غيرها من أنواع البلاستيك ·

المراجع العربيـــة

١ - الالياف النسجية - تاليف الدكتور محمد أحمد سلطان - منشأة المعـارف (١٩٧٨) ·

٢ - الرايون والالياف الصناعية - تأليف الدكتور السيد عبد الرحيم حجـازى ·

٣ - القطـن - تأليف الكيميائى جورج قنواتى والمهندس رضا قابيل ·

٤ - المواد المساعدة ذات النشاط السطحى (محاضرة) - الكيميائى أرنست جورج عفيفى والدكتور محمد أحمد عبد الجليل - شركة النشا والخميرة بالاسكندرية (١٩٧١) ·

٥ - دراسات متقدمة فى الكيمياء الطبيعية - تأليف الاستاذ الدكتور عبد الخالق السباعى والدكتور نبيل منصور والدكتورة فتحية اسماعيل - كلية الزراعة بالاسكندرية ·

٦ - المراقبة الفنية للعمليات الكيميائية (محاضرة) كيميائى محمود ابراهيم جمعه ·

٧ - العمليات التحضيرية لتبييض المنسوجات القطنيـة على المفـرود (محاضرة) - كيميائى سيد حجازى - شركة مصر صباغى البيضا (١٩٧٣) ·

٨ - الوسائل المختلفة لتبييض الاقمشة القطنية على المفرود (محاضرة) - مهندس محفوظ أحمد الزينى والكيميائى أحمد محمد حسنين والكيميائى حسن خلف الله - شركة مصر للغزل والنسيج بالمحلة الكبرى (١٩٧٣) ·

٩ - الاتجاهات الحديثة فى عمليات تحضير الاقمشة « مراحل التحرير والتبييض » (محاضرة) - كيميائى مترى سيدهم - شركة القاهرة للصباغة والتجهيز (١٩٧٣) ·

١٠ ـ صناعة القطن ـ كتاب اصدار المؤسسة المصرية العامة للغـزل والنسيج ٠

١١ ـ استخدام المذيبات فـى عملية الغليـة (محاضرة) ـ كيميائى عبد العظيم محمد ـ شركة النصر للصباغة والتجهيز بالمحلة الكبرى (١٩٧٣) ٠

١٢ ـ طبيعة الالـوان وعلاقاتهـا بالتركيب الكيميائـى (محاضرة)ـ كيميائى مصطفى الخيارى والكيميائى محمد المصرى ـ شركة مصر صباغى البيضا (١٩٧٢) ٠

١٣ ـ نظرية الالوان ـ تأليـف الدكتور يحيى حمـودة ـ دار المعارف (١٩٧٩)

١٤ ـ العين والشمس ـ ترجمة الدكتور عطية عبد السلام عاشور ٠

١٥ ـ تطبيق الطرق الضوئية فى قياس ألـوان الصبغات (محاضرة) دكتور أحمد أمين حمزة ـ شركة القاهـرة للصباغـة والتجهيز (١٩٧٢) ٠

١٦ ـ صبغات الاحواض (محاضرة) ـ كيميائى عبد الفتاح عبد النبى ـ شركة مصر صباغ البيضا ٠

١٧ ـ التجهيز المقاوم للتجعد باستخدام الراتنجات (محاضرة) ـ دكتور السيد عبد الرحيم حجازى ـ شركة مصر صباغى البيضا (١٩٧٠)٠

١٨ ـ تجهيز الاقمشة ضد الابتلال بالمـاء (محاضرة) ـ دكتور أحمد سيد أحمد حسن ـ شركة القاهرة للصباغة والتجهيز (١٩٧٠) ٠

١٩ ـ تجهيز الاقمشة ضد الكائنات الدقيقة (محاضرة) ـ دكتورة مديحة عبده القاشوطى والكيميائية الهام عباس الخرادلى ـ المركز القومى للبحوث (١٩٧٠) ٠

٢٠ ـ تجهيز الاقمشة القطنية لمقاومة الاحتراق (محاضرة) ـ كيميائى

عبد العظيم محمد ـ شركة القاهـرة للصباغة والتجهيـز بالمحلة الكبرى (١٩٧٠) ٠

٢١ ـ المظهرات الضوئية (محاضرة) ـ دكتور أحمد نعيم بنداق ـ المركز القومى للبحوث ٠

٢٢ ـ تطور معدات وأساليب التحاليـل الفزيائيـة للاقمشـة المجهـزة (محاضرة) ـ كيميائى محمد أحمد المصرى ـ شركة مصر صباغى البيضا (١٩٧٢) ٠

٢٣ ـ أهمية الابحاث التطبيقية بالمعامل وغرض نماذج منها (محاضرة) كيميائى أحمد حسنين وكيميائى الفريد عازر ـ شركة مصر للغزل والنسيج بالمحلة الكبرى (١٩٧٢)

المراجع الاجنبية

1. "The Dyeing of Cellulosic Fibres and Related Processess-" S.R. Cockett and K.A. Hilton, Leonard Hill, London, 1961.
2. "Cotton" — Ciba — Geigy Review — 1975/1
3. Pretreatment of Cellulosic Fibre Fabrics : More than Necessity", P. Grunig, Sandoz (1980).
4. "Experiments in Textile and Fibre Chemistry" — C. Earland and D.J. Raven, London Butter worths, 1977.
5. "General and Inorganic Chemistry" — P.J. Durrant, Langmans, London (1957).
6. Quantitative Inorganic Analysis", Arthur Vogel, Longmans, London (1962).
7. "Chemical Technology. of Fibrous Material" — F. Sadov, M. Korchagin, Moscow (1973).
8. "Blankophor" — Bayer Farben Revue, Special Edition No. 7.
9. "Whitening Agent" — Ciba — Geigy Review — 1973/1.
10. "A Laboratory Course in Dyeing" — C.H. Giles, The Society of Dyers & Colourists (1966).
11. "Colour Chemistry" — RLM Allen — UK (1971).
12. "Dyes and their Intermediates" — E.N. Abrahart — New York (1968).
13. "The Physical Chemistry of Dye Absorption" — I.D Rattee and M.M. Breuer — London and New York (1974).
14. "The Theory of Coloration of Textiles" — C.L. Bird and W.S. Boston — Dyes Company Publications Trust (1975).
15. "The Coupling procedure in the Naphtol AS one-bath process" Dr. R. Löwenfeld — Farbwerke Hoechst AG

16. "The potential and Scope of jet dyeing" — Dr. H.U. von der Eltz — Farbwerke Hoechst (1970).

17. "Self smoothing Fabric" — J.T. March. Chapman and Hall Ltd. London (1962).

18. "Principles of Textile Testing" — J.E. Booth — Newnes — Butterworths — London (1974).

الفهرس

الباب الاول

القطن

صفحة

الباب الثاني

الماء والمواد ذات النشاط السطحي والمواد الكيميائية المستخدمة

صفحة

الباب الثالث
التحضيرات الاولية

صفحة

صفحة

البـاب الرابع

الضـوء واللـون

البـاب الخامس
الصباغـة والصبغـات

صفحة

صفحة

الباب السادس
التجهيز النهائي

البـاب الثـامن
الاختبـارات المعمليـة

البـاب التاسـع
الاتجاهات الحديثـة لحماية مصانع التجهيز من التآكل

إستدراك

رقم الصفحة	رقم السطر	الخطــأ	الصــواب
٧	٧	لموبى	لمربى
١٣	٧	نسبة	نسبية
١٣	٢٢	صفا	صفات
	١٣	الايوانات	الايونات
٢٤	٩	كلهـا	كلمـا
٤٥	١٢	الخائجى	الخارجى
٥٣	١١	للهيدردكربونية	الهيدروكربونية
٥٤	٦	8urfactants	Surfactants
٥٥	٢	Soop	Soap
٥٦	٥	NaOA	NaOH
٧٦	٥	P.V.C	P.V.A
٧٨	١	(ASF)	(BASF)
١١٨	١٣	الالتواءءات	الالتواءات
١٢٧	١٥	الحلول	المحـلول
١٤٨	٣	فانه، لايلزم	فانه لا يلزم
١٦١	١٣	تطويره	تطريـة
١٦٥	١٦	وتركيبات	وتركيزات
١٦٧	١٤	ارتفا	ارتفاع
١٧٠	٤	تحت	ونحت
المعادلة الثانية		$HO^{\cdot}+CH^{\cdot}$	$HO^{\cdot}+OH^{\cdot}$
١٧٧	٧	واعالة	واعادته
١٧٩	١١	لغليان	الغليان
١٩٠	٩	لمدة	لمدد
		مرسو	مرسر
٢٠٠	٢٠	تعادل	تواذل
٢١٠	٤	طوه	طول
٢١٥	٣	فى الاتجاه ص ص لمسافة من كلا الاتجاهين OO وبسرعة ثابتة فى	هى المسافة بين موجتين متتاليتين ا اَ لجسم يسير صاعدا وهابطا
٣٢٢/٢١٥		λ	طول الموجه
٢٢٠	١٥	لقياس الضوء	لقياس ضغط الضوء
٢٢٧	٣	الصياغة	الصباغة
٢٢٧	١٤	$C_6 H_9$	C_6H_6
٢٣٩	١١	ـالاصفرـالازرقـ	ـالاصفرـالاخضرـالازرقـ

رقم الصفحة	رقم السطر	الخطــأ	الصــواب
٢٥٦	٥	والــسخونة	والسخونة
٢٥٧	١٩	شكل (٧٢) «ملغى»	————
٢٦٣	١	**Energy Distributich**	Energy Distribution
٢٨٨	٣	inter Mediate	intermediate
٣١٧	١٠	قليلية	قابليــة
٣٢١	٥	Scarilet) Chlorazol Fast	Chlorazol Fast Scarlet
٣٢٥	١٢	شكل (٨٠)	شكل (٨١)
٣٢٧	٩	يفل	يقل
٣٣٤	١٠	(Fibro Fix)	**(Fibrofix)**
٣٣٧	٨	Acylation	Anthraquinone
٣٤٢	١٣	مجموعة	مجموعة
٣٥٥	١١	القوة الطبيعية	القوة الصبغية
٣٥٥	١٢	عنوان «طرق الصناعة»	عمليات الصباغة
٣٥٧	١٧	كلمة « اختزال زائد » تنقل من المركب الكيميائي الثاني الى الاول	
٣٦١	١	β-Nitraniline	P-Nitraniline
٣٧٥	١٠	الذائد	الذائدة
٤٢٦	١٠	وتزادحــه	وتزاوجه
٤٣٢	١٠	لبلــرة	لبلمرة
٤٣٥	٦	كلمة «عنبر التشغيل» تحذف	
٤٤٤	٢٢	يستبدل السطر رقم ٧ بالسطر رقم ٨	
٤٥٣	٧،٨	يستبدل السطر رقم ٥ بالسطر رقم ٦	
٤٥٤	٥،٦	مــن	فــى
٤٧٧	٨	Streiter Calender	Schreiner Calender
٤٨١	١٦	حــالا	حالة
٤٩٧	٥	Flxapret	**Fixapret**
٥٠٧	١	الســب	السبب
٥١١		حامض كرياميك -CO-NH₂	حامض كرباميك OH-CO-NH₂
٥٢٩		متكمشة	منكمشــة
٥٣٤	١٤	للاحتكاه	للاحتكاك
٥٣٥	٤	أبنونية	أنيونية
٥٣٩	٦	فتتفاعل	تتفاعل
٥٤١	٣	لسطح	السطح

رقم الصفحة	رقم السطر	الخطــأ	الصــواب
٥٧٦	١٥	فيكون	ويكون
٥٩٨	٨	٩٠°م	٩٠°
٦٠٥	١٠	تحرك	تحــرق
٦١٩	١٥	هيبوكلوريت صوديوم	كلوريد صوديوم
		هيدروكسيد صوديوم	كربونات صوديوم ٢ر٪
		حديد	هيدروكسيد صوديوم
			حديد
٦١٥	١٥	امانيا	امونيا
٦٥٠	٧	حالض	حامض

تقرأ فى هذا الكتاب :

- نبات القطن وتركيبه الطبيعي والكيميائى .
- الماء والمواد ذات النشاط السطحى والمواد الكيميائية المستخدمة .
- التحضيرات الاولية للاقمشة القطنية ونظريات الالوان .
- الصباغة والصبغات .
- التجهيز النهائى للاقمشة القطنية .
- الاختبارات المعملية .
- الاتجاهات الحديثة لحماية مصانع التجهيز من التآكل .

٤٢٦/٣٨